

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-101762

(43)Date of publication of application : 04.04.2003

(51)Int.Cl.

H04N 1/387

G06T 1/00

G09C 5/00

(21)Application number : 2002-177086

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 18.06.2002

(72)Inventor : SUZAKI MASAHIKO

(30)Priority

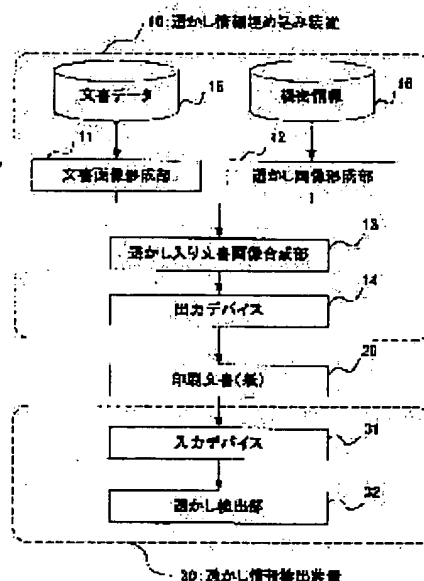
Priority number : 2001217758 Priority date : 18.07.2001 Priority country : JP

(54) WATERMARK INFORMATION FILLING APPARATUS AND WATERMARK INFORMATION DETECTING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a watermark information filling apparatus and a watermark information detecting apparatus which can take out confidential information precisely.

SOLUTION: In a watermark information filling apparatus, a plurality of dot patterns formed by changing directions/wavelengths of waves are prepared, one symbol is given to one dot pattern, and confidential information is given by combining and arranging the dot patterns. In a watermark information detecting apparatus, there are provided as many two-dimensional wavelet filters, having the same directions and wavelengths of the dot patterns, as the number of dot patterns. Convolutions between arbitrary regions in a partially transmitted image and a plurality of the two-dimensional wavelet filters are calculated and it is decided that the region is filled with the dot pattern corresponding to the wavelet filter by which the maximum convolution is given.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3628312
[Date of registration] 17.12.2004
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The document image formation section which creates a document image for every page based on document data in watermark image embedding equipment, It has the watermark image formation section which creates a watermark image, and the image composition section containing a watermark which piles up and spaces said document image and said watermark image, and creates an entering document image. Said watermark image It is watermark information embedding equipment which two or more kinds of dot patterns are arranged regularly, and is characterized by giving the extra sensitive information showing the secrecy of specification [at least one kind of dot pattern in it].

[Claim 2] Watermark information embedding equipment according to claim 1 characterized by giving said extra sensitive information by preparing two or more dot patterns to which the direction and/or wavelength of a wave were changed, giving one symbol to said one dot pattern, and arranging combining said dot pattern according to the array of a dot.

[Claim 3] For the effective symbol which accomplishes said a part of extra sensitive information, and said extra sensitive information, said symbol is watermark information embedding equipment according to claim 2 characterized by consisting of an unrelated invalid symbol.

[Claim 4] Watermark information embedding equipment according to claim 1 characterized by giving said extra sensitive information by preparing two or more dot patterns to which the direction and/or wavelength of a wave were changed, giving one symbol to the combination of arrangement of said one dot pattern, and arranging combining the combination of arrangement of said dot pattern according to the array of a dot.

[Claim 5] Furthermore, it is watermark information embedding equipment given in either of claims 1, 2, 3, or 4 which is equipped with said output device which spaces and outputs an entering document image to paper, and is characterized by embedding said extra sensitive information within the limits of the arbitration in the paper which said output device outputs repeatedly.

[Claim 6] Furthermore, it is watermark information embedding equipment given in either of claims 1, 2, 3, or 4 which is equipped with said output device which spaces and outputs an entering document image to paper, and is characterized by embedding said extra sensitive information repeatedly all over the part in the paper which said output device outputs.

[Claim 7] In watermark image detection equipment It has the watermark detecting element [which detects said watermark image from an entering document image by spacing] where a document image and two or more kinds of dot patterns were embedded, to space, by which the image was set [piled it up and] and created. Said watermark detecting element two or more kinds of same dot patterns as a watermark image Watermark image detection equipment which is equipped with the filter to extract and is characterized by detecting said watermark image by [said] spacing and matching to an entering document image.

[Claim 8] Furthermore, it is watermark image detection equipment according to claim 7 characterized by said watermark detecting element detecting said watermark image by [which read with said input device] spacing and matching to an entering document image by having the

input device which was printed by paper, and which spaces and reads an entering document image.

[Claim 9] Said watermark image prepares two or more dot patterns to which the direction and/or wavelength of a wave were changed according to the array of a dot, and said one dot pattern is received. Extra sensitive information is given by giving one symbol and arranging combining said dot pattern. Said filter Watermark image detection equipment according to claim 7 or 8 characterized by consisting of a 2-dimensional wavelet filter of the said dot pattern and the same number with the direction of the same wave as said dot pattern, and wavelength.

[Claim 10] Watermark information detection equipment according to claim 9 characterized by judging that said dot pattern corresponding to said said 2-dimensional wavelet filter to which it spaces, the convolution of the field of the arbitration in an entering image and two or more of said 2-dimensional wavelet filters is calculated, and a convolution serves as max is embedded to said field.

[Claim 11] Watermark information detection equipment according to claim 9 characterized by judging that said dot pattern corresponding to this 2-dimensional wavelet filter is embedded in said field when [said] it spaces and the convolution of the field of the arbitration in an entering image and said 2-dimensional wavelet filter of arbitration exceeds a fixed threshold.

[Claim 12] Said extra sensitive information is repeatedly embedded all over within the limits of the arbitration in the paper inputted into said input device, and it sets in said image containing a watermark. It *****, a convolution with all the signal detection filters in the location corresponding to the same sign bit is embedded for said two or more 2-dimensional wavelet filters of every, and it is the same as the count of a repeat at the time — Watermark information detection equipment according to claim 9 characterized by judging it as that where said dot pattern corresponding to said 2-dimensional wavelet filter with the largest aggregate value is embedded.

[Claim 13] Said 2-dimensional wavelet filter is watermark information detection equipment given in either of claims 9, 10, 11, or 12 which is characterized by being the Gabor filter.

[Claim 14] Watermark information embedding equipment given in either of claims 1, 2, or 3 which is characterized by having further the pattern judging section which chooses [said] by what kind of embedding pattern two or more dot patterns of a class are arranged.

[Claim 15] Said pattern judging section is watermark information embedding equipment according to claim 14 characterized by choosing said embedding pattern according to the number of said detectable dot patterns (the number of effective dot patterns) even if it changes the embedding pattern of said dot pattern two or more, it performs temporary arrangement of said dot pattern and it piles up said document image and said watermark image.

[Claim 16] Said pattern judging section is watermark information embedding equipment according to claim 15 which computes distribution of said number of effective dot patterns of each of said dot pattern, and is characterized by distribution choosing said smallest embedding pattern about each two or more embedding patterns which performed said temporary arrangement.

[Claim 17] The information about said embedding pattern which said pattern judging section chose is watermark information embedding equipment given in either of claims 14, 15, or 16 which is characterized by said thing [spacing and being embedded as header information in an entering document image].

[Claim 18] The information about said embedding pattern which said pattern judging section chose is watermark information embedding equipment according to claim 17 which is enciphered and is characterized by said thing [spacing and being embedded as header information in an entering document image].

[Claim 19] Said pattern judging section is watermark information embedding equipment given in either of claims 14, 15, 16, 17, or 18 which carries out field division of said document image, and is characterized by choosing said optimal embedding pattern for every division field.

[Claim 20] Said pattern judging section is watermark information embedding equipment according to claim 19 characterized by performing character recognition processing to said document image, and performing field division according to the property of said document image.

[Claim 21] The information about the division field which said pattern judging section does not arrange said dot pattern in the division field which cannot arrange said dot pattern substantially as a result of the character recognition processing to said document image, and does not arrange said dot pattern is watermark information embedding equipment according to claim 20 characterized by said thing [spacing and being embedded as header information in an entering document image].

[Translation done.]

出願手続完了のお知らせ

平成 18 年 3 月 31 日

国立大学法人東北大学 殿



**はづき国際特許事務所
四谷オフィス**

〒160-0004
東京都新宿区四谷3丁目1-3
第一富澤ビル3F

TEL : 03-5919-3808
FAX : 03-3226-6773
E-mail: patent@hazuki-pat.com

特願 2006-95897 号

件名： 共同出願人：東京エレクトロン株式会社殿

貴社整理番号：

弊所整理番号：TAT05033

拝啓 時下益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

さて、上記件につきまして、出願手続きを完了致しましたので、出願書類の写しを同封の上ご報告申し上げます。

出願番号	特願 2006-95897 号
出願日	平成 18 年 3 月 30 日

つきましては、本件に関する弊所納品書を同封致しますので、宜しくお取り計らいの程お願い申し上げます。

なお、特許法によれば、上記出願について、実体審査を受けるためには、下記の期限までに願審査請求を行う必要があります。

願審査請求期限日	平成 21 年 3 月 30 日
----------	------------------

上記期限までに、願審査請求を行わない場合は、本出願は取り下げとみなされますので、ご留意下さい。

本件に関して何かご質問等ございましたら、遠慮なくご連絡下さい。

敬具

同封書類：	1.	出願書類の写し	...	1 通
	2.	受領書	...	1 通
	3.	請求書	...	1 通

以上

C c : 東京エレクトロン株式会社殿

YK/th

* NOTICES *

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the approach of adding confidential information in the form of [other than an alphabetic character] to a document image, and the technique of detecting confidential information from the printed document containing confidential information.

[0002]

[Description of the Prior Art] "Digital watermarking" which embeds the information and extra sensitive information for copy / forged prevention to people's eyes in the form which is not in sight is premised on all of preservation or delivery of data being performed on electronic media to an image, document data, etc., and since there are no informational degradation and disappearance which are embedded by the watermark, information detection can be ensured. In order to alter a document unjustly or to prevent being copied also to the document printed by the paper medium like this, the approach of embedding the confidential information which is the format which is not offensive to the eye visually other than an alphabetic character, and cannot be altered easily in a printing document is needed.

[0003] The following techniques are known as the information embedding approach for the monochrome binary document used most widely as a print.

[0004] [1] JP,2001-78006,A "the watermark information embedding and the detection approach to monochrome binary document image, and its equipment"

The minimum rectangle surrounding the character string of arbitration is divided into some blocks, and they are divided into two groups (a group 1, group 2) (three or more are sufficient as the number of groups). For example, when a signal is 1, the characteristic quantity under a group's 1 block is increased, and the characteristic quantity under each block of a group 2 is reduced. Reverse is operated when a signal is 0. The characteristic quantity under block is the size of the number of pixels of an alphabetic character field, or an alphabetic character, the distance to the point which scans a block vertically and collides with an alphabetic character field first, etc.

[0005] [2] JP,2001-53954,A "information embedding equipment, information read-out equipment, a digital-watermarking system, the information embedding approach, the information read-out approach, and a record medium"

The width of face and the height surrounding one alphabetic character of the minimum rectangle shall be defined as characteristic quantity to the alphabetic character, and the size-related classification pattern of the characteristic quantity between two or more alphabetic characters shall express a symbol. For example, from three alphabetic characters, six characteristic quantity can be defined, the combination of a pattern size-related [these] is enumerated, these combination is classified into two grooves, and a symbol is given to each. When the information to embed is "0" and the combination pattern of the characteristic quantity of the alphabetic character chosen since this was expressed is "1", among six characteristic quantity, an alphabetic character field is swollen and either is changed. The pattern to change is chosen so that variation may serve as min.

[0006] [3] JP,9-179494,A "the extra-sensitive-information record approach"

It assumes being printed by the printer of 400 or more dpi. Information is evaluated and the distance (the number of dots) of a reference point mark and a location distinction mark expresses information.

[0007] [4] Japanese Patent Application No. 10-200743 "document processing system equipment"

Whether the screen line of a 10,000 line screen (special screen which consisted of fine parallel lines) is moved back expresses information.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned well-known technique [1] and [2], since it is accompanied by modification to the pixel, and the character spacing and line spacing which constitute the alphabetic character of a document image, modification of a font and a layout occurs. In addition, also in the above-mentioned well-known technique [3] and [4], since precise detection processing of the 1-pixel unit of the input image read in input devices, such as a scanner, is needed at the time of detection, when a noise is added at the dirt of space, or the time of printing and reading, it has big effect on information detection precision.

[0009] Thus, since many noise components were contained in an input image owing to image deformation of the revolution generated in the case of the dirt of a printing document or an input when detecting the confidential information which inputted the printed document into the computer again with input units, such as a scanner, in above-mentioned well-known technical [1] - [4], and was embedded, there was a trouble that it was difficult for accuracy to take out confidential information.

[0010] it is possible for this invention to be made in view of the above-mentioned trouble which the conventional watermark information embedding / detection technique have, and for the object of this invention to take out confidential information to accuracy — they are new and the improved thing which space and offers information embedding equipment and watermark information detection equipment.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, according to the 1st viewpoint of this invention, watermark information embedding equipment is offered. The watermark information embedding equipment of this invention is equipped with the document image formation section which creates a document image for every page based on document data, the watermark image formation section which creates a watermark image, and the image composition section containing a watermark which piles up and spaces said document image and said watermark image, and creates an entering document image.

[0012] And two or more kinds of dot patterns are arranged regularly, and said watermark image is characterized by giving the extra sensitive information showing the secrecy of specification [at least one kind of dot pattern in it].

[0013] Moreover, by preparing two or more dot patterns to which the direction and/or wavelength of a wave were changed, giving one symbol to said one dot pattern, and arranging combining said dot pattern according to the array of a dot, you may constitute so that said extra sensitive information may be given.

[0014] Said symbol may constitute the effective symbol which accomplishes said a part of extra sensitive information, and said extra sensitive information so that it may consist of an unrelated invalid symbol.

[0015] Or said extra sensitive information is able to be given by preparing two or more dot patterns to which the direction and/or wavelength of a wave were changed, giving one symbol to the combination of arrangement of said one dot pattern, and arranging combining the combination of arrangement of said dot pattern according to the array of a dot.

[0016] Furthermore, it has said output device which spaces and outputs an entering document image to paper, and you may make it embed said extra sensitive information on within the limits of the arbitration in the paper which said output device outputs, or the whole surface

repeatedly.

[0017] In order to solve the above-mentioned technical problem, according to the 2nd viewpoint of this invention, watermark information detection equipment is offered. The watermark information detection equipment of this invention is equipped with the watermark detecting element where a document image and two or more kinds of dot patterns were embedded, by which the image piled up, was set and it was created and which detects said watermark image from an entering document image by spacing by spacing.

[0018] And said watermark detecting element is equipped with the filter which extracts two or more kinds of same dot patterns as a watermark image, and is characterized by detecting said watermark image by [said] spacing and matching to an entering document image.

[0019] Furthermore, it has the input device which was printed by paper and which spaces and reads an entering document image, and you may make it said watermark detecting element detect said watermark image by [which read with said input device] spacing and matching to an entering document image.

[0020] Moreover, by preparing two or more dot patterns to which the direction and/or wavelength of a wave were changed, giving one symbol to said one dot pattern, and arranging combining said dot pattern according to the array of a dot, extra sensitive information is given, and said watermark image may constitute said filter so that it may consist of a 2-dimensional wavelet filter of the said dot pattern and the same number with the direction of the same wave as said dot pattern, and wavelength. The Gabor filter can be used as an example of a 2-dimensional wavelet filter.

[0021] In this case, it is possible to judge that said dot pattern corresponding to said said 2-dimensional wavelet filter with which it spaces, the convolution (convolution integral) of the field of the arbitration in an entering image and two or more of said 2-dimensional wavelet filters is calculated, and a convolution serves as max is embedded to said field.

[0022] Moreover, when [said] it spaces and the convolution of the field of the arbitration in an entering image and said 2-dimensional wavelet filter of arbitration exceeds a fixed threshold, it is also possible to judge that said dot pattern corresponding to this 2-dimensional wavelet filter is embedded in said field.

[0023] moreover, when said extra sensitive information is repeatedly embedded all over within the limits of the arbitration in the paper inputted into said input device It is under [containing a watermark / said image] setting. It ***** a convolution with all the signal detection filters in the location corresponding to the same sign bit is embedded for said two or more 2-dimensional wavelet filters of every, and it is the same as the count of a repeat at the time — It is possible to judge it as that where said dot pattern corresponding to said 2-dimensional wavelet filter with the largest aggregate value is embedded.

[0024] Moreover, according to other viewpoints of this invention, following watermark information embedding equipment is offered as an application of above watermark information embedding equipment. This watermark embedding equipment is characterized by having further the pattern judging section which chooses [said] by what kind of embedding pattern two or more dot patterns of a class are arranged in addition to the component of the above-mentioned watermark information embedding equipment.

[0025] Before it arranges said dot pattern actually, even if said pattern judging section changes some (2 or more [for example,]) embedding patterns of said dot pattern, performs temporary arrangement of said dot pattern and piles up said document image and said watermark image, it can choose said embedding pattern according to the number of said detectable dot patterns (the number of effective dot patterns is called hereafter).

[0026] Distribution is able to compute distribution of said number of effective dot patterns of each of said dot pattern, and to more specifically choose said smallest embedding pattern about each embedding pattern which performed said temporary arrangement. In addition, standard deviation is able to compute standard deviation instead of distribution and to choose said smallest embedding pattern.

[0027] Said thing [spacing and embedding the information about said embedding pattern which

said pattern judging section chose as header information in an entering document image] is possible. Under the present circumstances, if it is made to encipher in order to make information about that embedding pattern into a third party at secrecy, the thing for which only those who know the embedding pattern were embedded and which space and restores information is possible.

[0028] It is also possible to carry out field division of said document image, and to choose said optimal embedding pattern for every division field. It is possible to perform analysis processing (character recognition processing) of an alphabetic character, a table, etc. using OCR (Optical Character Reader: optical character reader), and to perform field division according to the property of said document image to said document image, as an example of field division.

[0029] almost embed a dot pattern (watermark information) substantially as a result of the character recognition processing to a document image — it may turn out that there is a field (for example, field of drawing) which is not In such a division field, it is also possible not to arrange said dot pattern. And if the information about the division field which does not arrange said dot pattern is embedded as header information in said document image containing a watermark, it is not necessary to detect watermark information and improvement in detection efficiency can be aimed at from the division field at the time of detection of watermark information.

[0030]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of suitable operation of the watermark information embedding equipment concerning this invention and watermark information detection equipment is explained to a detail, referring to an accompanying drawing below. In addition, in this description and a drawing, duplication explanation is omitted by ***** which attaches the same sign about the component which has the same functional configuration substantially.

[0031] (Gestalt of the 1st operation) Drawing 1 is the explanatory view showing the configuration of the watermark information embedding equipment concerning the gestalt of this operation, and watermark information detection equipment.

[0032] (Watermark information embedding equipment 10) Watermark information embedding equipment 10 is equipment which constitutes a document image based on the extra sensitive information embedded in document data and a document, and prints to a paper medium. As shown in drawing 1 , watermark information embedding equipment 10 is spaced with the document image formation section 11 and the watermark image formation section 12, and is constituted by the entering document image composition section 13 and the output device 14. The document data 15 are data created by the document preparation tool etc. Extra sensitive information 16 is information (a character string, an image, voice data) embedded in the form of [other than an alphabetic character] to a paper medium.

[0033] In the document image formation section 11, the image in the condition of having printed the document data 15 in space is created. The white pixel field in a document image is a part which is not printed at all, and, specifically, a black pixel field is a part to which a black coating is applied. In addition, although the gestalt of this operation explains printing in black ink (monochrome) to white space as a premise, this invention is not limited to this, but even if it is the case where it prints in a color (multiple color), it can apply this invention similarly.

[0034] The watermark image formation section 12 N-ary-code-izes what extra sensitive information 16 was digitized and was changed into the numeric value (N is two or more), and assigns it to the signal which prepared each symbol of a symbolic language beforehand. A signal expresses the wave which has the direction and wavelength of arbitration by arranging a dot all over the rectangle field of the magnitude of arbitration, and assigns a symbol to the direction and wavelength of a wave. A watermark image is arranged on an image according to a regulation with these signals.

[0035] It spaces, and the entering document image composition section 13 spaces with a document image, piles up an image, and creates the document image of entering [space]. Moreover, output devices 14 are output units, such as a printer, are spaced and print an entering document image to a paper medium. Therefore, the document image formation section

11, the watermark image formation section 12, and the document image composition section 13 containing a watermark may be realized as one function in a printer driver.

[0036] To the original document data 15, the printing document 20 embeds extra sensitive information 16, is printed, and is kept and managed physically.

[0037] (Watermark information detection equipment 30) Watermark information detection equipment 30 is equipment which incorporates as an image the document currently printed by the paper medium, and restores the extra sensitive information currently embedded. Watermark information detection equipment 30 is constituted by the input device 31 and the watermark detecting element 32 as shown in drawing 1.

[0038] The input devices 31 are input units, such as a scanner, and incorporate to a computer the document 20 printed by paper as a gray image of multiple-value gradation. Moreover, the watermark detecting element 32 performs filtering to an input image, and detects the embedded signal. A symbol is restored and the embedded extra sensitive information is taken out from the detected signal.

[0039] Actuation of the watermark information embedding equipment 10 constituted as mentioned above and watermark information detection equipment 30 is explained. First, actuation of watermark information embedding equipment 10 is explained, referring to drawing 1 - drawing 11.

[0040] (Document image formation section 11) The document data 15 shall be data including font information or layout information, and shall be created with word-processing software etc. The document image formation section 11 creates the image in the condition that the document was printed by paper, for every page based on this document data 15. This document image shall be a monochrome binary picture, the white pixel (a value is the pixel of 1) on an image shall be a background, and a black pixel (a value is the pixel of 0) shall be an alphabetic character field (field where ink is applied).

[0041] (Watermark image formation section 12) Extra sensitive information 16 is various data, such as an alphabetic character, voice, and an image, and creates the watermark image piled up as a background of a document image from this information in the watermark image formation section.

[0042] Drawing 2 is the flow chart showing the flow of processing of the watermark image formation section 12. First, extra sensitive information 16 is changed into an N-ary code (step S101). Although N is arbitrary, in order to give explanation easy, it is referred to as $N=2$ with the gestalt of this operation. Therefore, the sign generated at step S101 shall be a sign, and shall be expressed by the bit string of 0 and 1. [of 2 yuan] At this step S101, data may be encoded as it is and what enciphered data may be encoded.

[0043] Subsequently, it spaces to each symbol of a symbolic language, and a signal is assigned (step S102). The wave which has the wavelength and the direction of arbitration according to the array of a dot (black pixel) is expressed as a watermark signal. About a watermark signal, it mentions later further.

[0044] Furthermore, the signal unit corresponding to the bit string of the encoded data is spaced, and it arranges on an image (step S103).

[0045] In the above-mentioned step S102, the watermark signal assigned to each symbol of a symbolic language is explained. Drawing 3 is the explanatory view showing an example of a watermark signal.

[0046] The width of face and the height of a watermark signal are set to S_w and S_h , respectively. Although S_w may differ from S_h , it is taken as $S_w=S_h$ with the gestalt of this operation in order to give explanation easy. The unit of the length is the number of pixels, and is $S_w=S_h=12$ in the example of drawing 3. It depends for magnitude when these signals are printed by space on the resolution of a watermark image, for example, supposing a watermark image is an image of 600dpi (being [dot per inch :] the unit of resolution the number of dots per inch), the width of face and the height of a watermark signal of drawing 3 will be set to $12 / 600 = 0.02$ (inch) on a printing document.

[0047] Hereafter, width of face and height call the rectangle of S_w and S_h a "signal-unit" as a

unit of one signal. $\arctan(3)$ (\arctan has [drawing 3 (1)] a dense distance between dots in the direction of inverse function) of \tan to a horizontal axis, and the propagation direction of a wave is $\arctan(-1/3)$. Hereafter, this signal unit is called Unit A. Drawing 3 R> 3 (2) has a dense distance between dots in the direction of $\arctan(-3)$ to a horizontal axis, and the propagation direction of a wave is $\arctan(1/3)$. Hereafter, this signal unit is called Unit B.

[0048] Drawing 4 is the sectional view which looked at the pixel value change of drawing 3 (1) from the direction of $\arctan(1/3)$. In drawing 4, the part in which the dot is arranged serves as an antinode (point that the amplitude serves as max) of the minimum value of a wave, and the part in which the dot is not arranged serves as an antinode of the maximum of a wave.

[0049] Moreover, since the field where the dot is arranged densely exists in [two] one unit, respectively, the frequency per one unit is set to 2 in this example. Since it becomes vertical [the direction of wave propagation] to the direction in which the dot is arranged densely, the wave of Unit A receives horizontally and the wave of $\arctan(-1/3)$ and Unit B serves as $\arctan(1/3)$. In addition, it is $axb=-1$ when the direction of $\arctan(a)$ and the direction of $\arctan(b)$ are vertical.

[0050] With the gestalt of this operation, a symbol 0 is assigned to the watermark signal expressed in Unit A, and a symbol 1 is assigned to the watermark signal expressed in Unit B. Moreover, these are called a symbol unit.

[0051] To a watermark signal, a dot array as shown for example, by drawing 5 (3) - (5) besides what is shown by drawing 3 (1) and (2) can be considered. The distance of drawing 5 (3) between dots is dense in the direction of $\arctan(1/3)$ to a horizontal axis, and the propagation direction of a wave is $\arctan(-3)$. Hereafter, this signal unit is called Unit C. The distance of drawing 5 (4) between dots is dense in the direction of $\arctan(-1/3)$ to a horizontal axis, and the propagation direction of a wave is $\arctan(3)$. Hereafter, this signal unit is called Unit D. The distance of drawing 5 (5) between dots is dense in the direction of $\arctan(1)$ to a horizontal axis, and the propagation direction of a wave is $\arctan(-1)$. In addition, to a horizontal axis, the distance of drawing 5 (5) between dots is dense in the direction of $\arctan(-1)$, and, as for the propagation direction of a wave, can also consider that it is $\arctan(1)$. Hereafter, this signal unit is called Unit E.

[0052] Thus, since two or more patterns of the combination of the unit which combines and also assigns a symbol 0 and a symbol 1 to except assigned previously are considered, it can avoid decoding simply the signal with which it made into secrecy which watermark signal to assign which symbol, and the third party (inaccurate person) was embedded.

[0053] Furthermore, when the extra sensitive information of 4 yuan is encoded with a sign at step S102 shown in drawing 2, it is the symbol 0 of a symbolic language for example, to the unit A [0054] which a symbol 2 is assigned to Unit C and can also assign a symbol 3 to Unit B for a symbol 1 at Unit D. Since [which was shown in drawing 3 and drawing 5] it spaces and all the number of the dots in 1 unit is made equal in an example of a signal, the shade of the appearance of a watermark image serves as homogeneity by putting these units in order without a clearance. Therefore, on the printed space, a gray image with single concentration seems to be embedded as a background.

[0055] When define Unit E as a background unit (signal unit to which the symbol is not assigned), put this in order without a clearance and it is spaced, in order to take out such effectiveness, and considering as the background of an image, spacing a symbol unit (Unit A, Unit B) and embedding in an image, the background unit (unit E) and symbol unit (Unit A, Unit B) of a location which it is going to embed are replaced.

[0056] Drawing 6 (1) is the explanatory view showing the case where defined Unit E as the background unit, put this in order without the clearance, spaced it, and it considers as the background of an image. Drawing 6 (2) shows an example which embedded Unit A into the background image of drawing 6 (1), and drawing 6 (3) shows an example which embedded Unit B into the background image of drawing 6 (1). Although the gestalt of this operation explains how to space a background-unit and make it into the background of an image, it may space by arranging only a symbol unit and an image may be generated.

[0057] Subsequently, how to space one symbol of a symbolic language and embed in an image is explained, referring to drawing 7.

[0058] Drawing 7 is the explanatory view showing an example of the symbol embedding approach to a watermark image. Here, the case where the bit string "0101" is embedded as an example is explained.

[0059] As shown in drawing 7 (1) and (2), the same symbol unit is repeated and embedded. It is for preventing no longer detecting this at the time of signal detection, when it laps on the symbol unit which the alphabetic character in a document embedded, and the number of repeats of a symbol unit and the pattern (a unit pattern is called hereafter.) of arrangement are arbitrary.

[0060] namely, as an example of a unit pattern repeatedly like drawing 7 (2) in setting a number to 4 (four symbol units existing in one unit pattern) like drawing 7 (1) The number of repeats can be set to 2 (two symbol units exist in one unit pattern), or it is good also considering the number of repeats as 1 (only one symbol unit exists in one unit pattern).

[0061] Moreover, drawing 7 (1) and (2) may give a symbol to the arrangement pattern of a symbol unit like drawing 7 (3), although one symbol is given to one symbol unit.

[0062] It is dependent on the magnitude of a signal unit, the magnitude of a unit pattern, and the magnitude of a document image the amount of information of what bit can be embedded into the watermark image for 1 page. How many signals were embedded to the horizontal direction and perpendicular direction of a document image may perform signal detection as known, and it may count backward from the magnitude of the image inputted from the input unit, and the magnitude of a signal unit.

[0063] Supposing P_w individual buries to the horizontal direction of the watermark image for 1 page, the unit pattern of P_h individual buries perpendicularly and it puts, the unit pattern of the location of the arbitration in an image will be expressed as $U(x, y)$, $x=1-P_w$, and $y=1-P_h$, and $U(x, y)$ will be called a "unit pattern matrix." Moreover, the number of bits which can be embedded at 1 page is called the "embedding number of bits." The embedding number of bits is $P_w \times P_h$.

[0064] Drawing 8 is the flow chart having shown how to space extra sensitive information and embed in an image. Here, the case where the same information is repeated and embedded in the watermark image of one sheet (1 page) is explained. Even when a watermark image and a document image are piled up by repeating and embedding the same information, the one whole unit pattern is painted out, it embeds and information disappears, it is for making it possible to take out the embedded information.

[0065] First, extra sensitive information 16 is changed into an N-ary code (step S201). It is the same as that of step S101 of drawing 2. Below, the encoded data are called a data sign and what expressed the data sign with the combination of a unit pattern is called the data sign unit D_u .

[0066] Subsequently, it calculates whether it embeds with the code length (here number of bits) of a data sign, and from the number of bits, a data sign unit can be repeated in the image of one sheet how many times, and can be embedded in it (step S202). The code length data of a data sign shall be inserted in the 1st line of a unit pattern matrix with the gestalt of this operation. You may make it not embed code length data in a watermark image by making code length of a data sign into a fixed length.

[0067] The count D_n embedding a data sign unit is calculated by the following formulas by setting data code length to C_n .

[0068]

[Equation 1]

$$Dn = \left\lfloor \frac{Pw \times (Ph - 1)}{Cn} \right\rfloor$$

$\lfloor A \rfloor$ はAを超えない最大の整数

[0069] When a remainder is set to Rn ($Rn = Cn - (Pw \times (Ph - 1))$) here, in unit pattern procession, the unit pattern equivalent to a part for the head Rn bit of the data sign unit of Dn time and a data sign will be embedded. However, it is not necessary to necessarily embed Rn bit of a remainder part.

[0070] In explanation of drawing 9, size of a unit pattern matrix is set to 9×11 (11-line nine trains), and data code length is set to 12 (what the number of 0-11 attached all over drawing expresses each symbolic language of a data sign).

[0071] Subsequently, code length data are embedded at the 1st line of a unit pattern matrix (step S203). Although the example of drawing 9 explains the example which expresses code length by 9-bit data, and is embedded only once, when the width of face Pw of a unit pattern matrix is sufficiently large, code length data can also be repeated and embedded like a data sign.

[0072] Furthermore, a data sign unit is repeated and embedded after the 2nd line of a unit pattern matrix (step S204). As drawing 9 shows, it embeds sequentially from MSB (most significant bit) or LSB (least significant bit) of a data sign at a line writing direction. The example of drawing 9 shows the example which is embedding 6 bits of heads of 7 times and a data sign for the data sign unit.

[0073] An approach to embed data may also be embedded so that it may become like drawing 9 succeeding a line writing direction, and you may also embed it so that it may become succeeding the direction of a train.

[0074] In the above, the watermark image in the watermark image formation section 12 was explained. Subsequently, watermark information embedding equipment 10 spaces and the entering document image composition section 13 is explained.

[0075] (Spacing entering document image composition section 13) The document image which was spaced and was created in the document image formation section 11 in the entering document image composition section 13, and the watermark image created in the watermark image formation section are piled up. It spaces and the value of each pixel of an entering document image is calculated by the AND operation (AND) of the pixel value to which it spaces through with a document image and an image corresponds. Namely, by spacing with a document image, if one of the images is 0 (black), it spaces, and the pixel value of an entering document image will be set to 0 (black), and it will be set to 1 (white) except it.

[0076] Drawing 10 is the explanatory view in which spacing through and showing an example of an entering document image. Drawing 11 is the explanatory view having expanded and shown a part of drawing 10. Here, the unit pattern uses the pattern of drawing 7 (1). It spaces and an entering document image is outputted by the output device 14.

[0077] In the above, actuation of watermark information embedding equipment 10 was explained. Subsequently, actuation of watermark information detection equipment 30 is explained, referring to drawing 1, and drawing 12 - drawing 20 R> 0.

[0078] (Watermark detecting element 32) Drawing 12 is the flow chart showing the flow of processing of the watermark detecting element 32. First, it spaces with the input devices 31, such as a scanner, and an entering document image is inputted into calculator memory etc. (step S301). This image is called an input image. An input image is a multiple-value image and, below, is explained as a gray image of 256 gradation. Moreover, the resolution (resolution when reading with the input device 31) of an input image is explained that it is the same resolution as the image which was created with the above-mentioned watermark information embedding equipment 10 and which was created with the above-mentioned watermark information

embedding equipment 10 here, although it may space and you may differ from the entering document image. Moreover, as for an input image, amendment of a revolution, telescopic motion, etc. shall be performed.

[0079] Subsequently, it calculates how many the unit pattern is embedded from the magnitude of an input image, and the magnitude of a signal unit (step S302). For example, supposing $S_w \times S_h$ and a unit pattern consist of units of a $U_w \times U_h$ individual in the magnitude of a signal unit noting that the magnitude of an input image is W (width of face) $\times H$ (height), the number ($N = P_w \times P_h$) of the unit patterns currently embedded into the input image will be calculated as follows.

[0080]

[Equation 2]

$$P_w = \frac{W}{S_w \times U_w}, P_h = \frac{H}{S_h \times U_h}$$

[0081] However, when it spaces with watermark information embedding equipment 10 and resolution differs with information detection equipment 30, after normalizing the magnitude of the signal unit in an input image by the ratio of those resolution, the above-mentioned count is performed.

[0082] Subsequently, the break location of a unit pattern is set up to an input image based on the number of unit patterns calculated at step S302 (step S303). Drawing 1313 shows an example of an input image (drawing 13 (1)) and the input image (drawing 13 (2)) after setting up the break location of a unit pattern.

[0083] Subsequently, a symbol unit is detected for every break of a unit pattern, and a unit pattern matrix is restored (step S304). Below, the detail of signal detection is explained.

[0084] Drawing 14 is the explanatory view having shown an example of the field corresponding to the unit A shown in drawing 3 in an input image (1). Although a signal unit is a binary picture in drawing 3, it is a multiple-value image here. Since a shade changes continuously owing to a blot of ink etc. when a binary picture is printed, the perimeter of a dot becomes the neutral colors of white and black like drawing 14. Therefore, the sectional view which looked at drawing 14 from the direction parallel to the direction of wave propagation becomes like drawing 15. Drawing 15 serves as a smooth wave to drawing 4 being a square wave.

[0085] Moreover, actually, although many noise components will be added by factors, such as the instability of a local change of the thickness of paper, the dirt of a printing document and an output device, or an image input device, into an input image, the case where there is no noise component here is explained. However, if the approach explained here is used, signal detection stabilized also to the image with which the noise component was added can be performed.

[0086] Below, in order to detect a signal unit from an input image, the 2-dimensional wavelet filter which can define simultaneously the frequency of a wave, a direction, and an area of influence is used. Although the example using the Gabor filter which is one of the 2-dimensional wavelet filters is shown below, as long as it is the Gabor filter and a filter with the same property, it is not necessary to be necessarily the Gabor filter, and approaches, such as defining a template with the still more nearly same dot pattern as a signal unit, and performing pattern matching, may be used.

[0087] The Gabor filter $G(x, y)$, $x=0-g_w-1$, and $y=0-g_h-1$ are shown below. g_w and g_h are the sizes of a filter and are the same magnitude as the signal unit embedded with the above-mentioned watermark information embedding equipment 10 here.

[0088]

[Equation 3]

$$G(x, y) = \exp \left[-\pi \left\{ \frac{(x-x_0)^2}{A^2} + \frac{(y-y_0)^2}{B^2} \right\} \right] \times \exp \left[-2\pi i \{ u(x-x_0) + v(y-y_0) \} \right]$$

i : 虚数単位

$x = 0 \sim gw-1, y = 0 \sim gh-1, x_0 = gw/2, y_0 = gh/2$

A : 水平方向の影響範囲, B : 垂直方向の影響範囲

$\tan^{-1}(u/v)$: 波の方向, $\sqrt{u^2 + v^2}$: 周波数

[0089] The symbol unit which spaced through signal detection and was embedded in the image, a frequency, the direction of a wave, and magnitude prepare only the same number as the class of signal unit embedding the equal Gabor filter. Here, the Gabor filter corresponding to Unit A and Unit B of drawing 3 is called Filter A and Filter B.

[0090] The filter output value in the location of the arbitration in an input image is calculated by the convolution between a filter and an image. In the case of the Gabor filter, since a real number filter and an imaginary filter (filter with which, as for the imaginary filter, the real number filter and the half-wave length part phase shifted) exist, let those square averages be filter output values. For example, the convolution between the real number filter of Filter A and an image will calculate output-value $F(A)$ by the following formulas, supposing a convolution with Rc and an imaginary filter is Ic .

[0091]

[Equation 4]

$$F(A) = \sqrt{Rc^2 + Ic^2}$$

[0092] Drawing 16 is an explanatory view explaining how to judge whether the symbol unit currently embedded into the unit pattern $U(x, y)$ divided by step S303 is Unit A, or it is Unit B.

[0093] The symbol judging step to the unit pattern $U(x, y)$ is performed as follows.

(1) Moving the location of Filter A, make into the output value of the filter A to the unit pattern $U(x, y)$ maximum of the result of having calculated $F(A)$ about all the locations in the unit pattern $U(x, y)$, and set this to $F_u(Ax, y)$.

(2) Calculate the output value of the filter B to the unit pattern $U(x, y)$ like (1), and set this to $F_u(Bx, y)$.

(3) $F_u(Ax, y)$ and $F_u(Bx, y)$ It compares. $F_u \geq F_u(Ax, y)$ If it is (Bx, y) , the unit pattern U It judges with the symbol unit currently embedded at (x, y) being Unit A, and if it is $F_u(Ax, y) < F_u(Bx, y)$, it will judge with the symbol unit currently embedded to the unit pattern $U(x, y)$ being Unit B.

[0094] In (1) and (2), the step size which moves a filter is arbitrary and may calculate only the output value in the typical location on a unit pattern. Moreover, when the absolute value of the difference of $F_u(Ax, y)$ and $F_u(Bx, y)$ is below a threshold defined beforehand in (3), it is good also as a judgment being impossible.

[0095] Moreover, in (1), when the maximum of $F(A)$ exceeds the threshold defined beforehand, the symbol unit currently embedded immediately at $U(x, y)$ may judge with it being Unit A, and may stop processing by the process which calculates a convolution while shifting a filter. When the threshold which the maximum of $F(B)$ defined beforehand similarly in (2) is exceeded, you may judge with the symbol unit currently embedded immediately at $U(x, y)$ being Unit B.

[0096] In the above, the detail of signal detection (step S304) was explained. Again, return and the subsequent step S305 are explained to the flow chart of drawing 12. At step S305, the symbol of a unit pattern matrix is connected, a data sign is reconfigured, and the information on original is restored.

[0097] Drawing 17 is the explanatory view showing an example of information restoration. The step of information restoration is as follows:

(1) Detect the symbol currently embedded to each unit pattern (drawing 17 **).

(2) Connect a symbol and restore a data sign (drawing 17 R>7**).

(3) Take out the information which decoded the data sign and was embedded (drawing 17 **).

[0098] Drawing 18 – drawing 20 are the explanatory views showing an example of the restoration approach of a data sign. The restoration approach serves as processing of the reverse of drawing 8 fundamentally.

[0099] First, a part for code length data division is taken out from the 1st line of a unit pattern matrix, and the code length of the embedded data sign is obtained (step S401).

[0100] Subsequently, Count Dn and Remainder Rn embedding a data sign unit are calculated based on the size of a unit pattern matrix, and the code length of a data sign who got by S401 (step S402).

[0101] Subsequently, a data sign unit is taken out by the approach of step S203 and reverse from the 2nd line of a unit pattern matrix or subsequent ones (step S403). In the example of drawing 19, it decomposes for every 12 pattern units sequentially from U (1 2) (two-line one train) (U (1 2)–U (3 3), U (4 3)–U (6 4), ...). Since it is Dn=7 and Rn=6, 12 pattern units (data sign unit) are taken out 7 times, and six unit patterns (it is equivalent to six high orders of a data sign unit) (U (4 11)–U (9 11)) are taken out as a remainder.

[0102] Subsequently, the embedded data sign is reconfigured by performing a bit reliability operation to the data sign unit taken out at step S403 (step S404). Hereafter, a bit reliability operation is explained.

[0103] The sign unit outside a day taken out by the beginning is set to Du (1 1)–Du (12 1) from eye the two-line train [one train] of a unit pattern matrix like drawing 20, and it is written as Du (1 2)–Du (12 2), and ... one by one. Moreover, a remainder part is set to Du (1 8)–Du (6 8). A bit reliability operation is taking majority for every element of each data sign unit, and determining the value of each symbol of a data sign. Even when neither a lap with an alphabetic character field nor the dirt of space is able to perform signal detection correctly from the unit of the arbitration in the data sign unit of arbitration by this owing to, a data sign can be restored correctly eventually (bit-flipping error etc.).

[0104] The 1st bit of a data sign is judged to be 1, when there is much direction whose signal detection result of Du (1 1), Du (1 2), ..., Du (1 8) is 1, and when there is much direction which is 0, specifically, it is judged to be 0. Similarly the 2nd bit of a data sign Du (2 1), Du (2 2), It judges by the majority by ... and the signal detection result of Du (2 8). The 12th bit of a data sign Du (12 1), It judges by the majority by the signal detection result of Du (12 2), ..., Du (12 7) (since Du (12 8) does not exist, it becomes to Du (12 7)).

[0105] A bit reliability operation can also be performed also by adding the output value of the signal detection filter of drawing 16. The symbol of 0 shall be assigned to the unit A of drawing 3 (1), the symbol of 1 shall be assigned to the unit B of drawing 3 (2), and this the maximum of an output value with the filter A to Du (m, n) Df (A, m, n), When maximum of an output value with the filter B to Du (m, n) is set to Df (B, m, n), the Mth bit of a data sign is [0106].

[Equation 5]

$$\sum_{n=1}^{Dn} Df(A, M, n) \geq \sum_{n=1}^{Dn} Df(B, M, n)$$

[0107] A ** case is judged to be 1, and when other, it judges with 0. However, in N<Rn, addition of Df becomes to n=1–Rn+1.

[0108] Although the case where a data sign was repeated and embedded was explained here, in case data are encoded, the approach that the repeat of a data sign unit is not performed can also be realized by using an error correcting code etc.

[0109] As explained to the detail above, according to the gestalt of this operation, there is the following outstanding effectiveness.

(1-1) In order to embed by the difference in the array of a dot and to express information, it is not accompanied by modification to the pitch of between the font of the original document, and

an alphabetic character, or space.

(1-2) Since the concentration (the number of the dots within the fixed section) of the dot pattern which is assigning the symbol, and the dot pattern which is not assigning the symbol is equal, it seems that half tone dot meshing of concentration uniform for the background of a document is carried out to people's eyes, and existence of information is not conspicuous.

(1-3) By making into secrecy the dot pattern which is assigning the symbol, and the dot pattern which is not assigned, decode of the information currently embedded becomes difficult.

(1-4) The pattern showing information is the meeting of a fine dot, and since it is embedded as a background of a document on one side, even if an embedding algorithm is exhibited, it becomes difficult to alter [of embedding information] it to the printed document.

(1-5) Since it embeds by the difference in the direction of a wave (shade change) and a signal is detected, even when some dirt etc. is in a printing document (since detailed detection of a 1-pixel unit is not performed), stable information detection can be performed.

(1-6) In order to perform information restoration using all the information that repeated and embedded the same information and was repeatedly embedded at the time of detection, even if lack of the partial information by a signal part being hidden in the alphabetic character of a big font, or the form being dirty occurs, the information stabilized and embedded can be taken out.

[0110] (Gestalt of the 2nd operation) In the document output section of the gestalt of implementation of the above 1st, the data inserted in a print as a watermark are changed into a symbolic language (this symbolic language may be enciphered) using an error correcting code etc. For example, when 2 yuan is changed into a sign, data are expressed by the bit string of 0 and 1. The dot pattern expressing it corresponds to each symbol (a symbol 0, symbol 1).

Although this is embedded as a background of a document image, when the number of bits (the number of dot pattern array elements) of a symbolic language is small compared with the number of the maximum signals which can be embedded on one sheet of paper, the array of a dot pattern will be repeatedly embedded on space.

[0111] Since a watermark signal is embedded as a background of a document image, it cannot detect a dot pattern at the time of signal detection from the location where a part or all showing a signal of a dot pattern has lapped with the alphabetic character field of a document image. The dot pattern by which the judgment of whether to be [1] whether each bit of a symbolic language is 0 was detected from the location corresponding to each bit is based on approaches, such as majority of which to be, at the time of signal detection as the gestalt of implementation of the above 1st explains. Therefore, when the location (an alphabetic character field and overlapping field) which becomes undetectable [a dot pattern] concentrates on a bit with a symbolic language, as shown in drawing 21, the judgment of the bit becomes impossible. Even if it used the error correcting code for the symbolic language, information cannot be restored when the bit which cannot be judged exceeds error correction capacity.

[0112] Drawing 22 is the explanatory view showing the configuration of the watermark information embedding equipment concerning the gestalt of this operation, and watermark information detection equipment. The point of difference with the gestalt of implementation of the above 1st is that the embedding pattern judging section 42 was added to watermark information embedding equipment 40. The embedding pattern judging section 42 is a part which determines whether to space in what kind of sequence on space, and to arrange a signal.

[0113] About other components, since it is the same as that of the gestalt of implementation of the above 1st, it supposes that duplication explanation is omitted, and actuation of the gestalt of this operation is explained focusing on the additional matter to the gestalt of implementation of the above 1st.

[0114] Drawing 23 shows the flow of processing of the embedding pattern judging section 42 and the watermark image formation section 12. It is the part which the field (steps S501-S505) surrounded with the broken line embeds, and is equivalent to the pattern judging section 42.

[0115] When it embeds according to each embedding pattern temporarily before the outline of the embedding pattern judging section 42 prepares the signal embedding pattern of Np class beforehand and has arranged the signal actually, it is choosing an embedding pattern with which

the parts which judge at what rate the location which laps with an alphabetic character concentrating on a specific bit, and lap with an alphabetic character are most widely scattered all over all the bits of a symbolic language.

[0116] When the number of signals which does not lap with an alphabetic character among the numbers of signals (dot pattern) which can embed code length into L and a document is set to N , the average V of the count of effective embedding of each bit of a symbolic language (count which can be embedded without lapping with an alphabetic character) is N/L . Therefore, the embedding pattern which all the bits of a symbolic language can arrange ideally to the field which does not lap with an alphabetic character by a unit of V times turns into best pattern. embed only a small count, if a bias is in the count of effective embedding as mentioned above – the bit which was not has high possibility that reading of a signal will become impossible by the new writing of a up to [a signal detection error, the dirt of the space after printing, and space] etc. at the time of signal detection. When a bias is large, while the bit which is not influenced at all by dirt or writing exists, many bits in which signal reading is impossible will appear. Therefore, all the bits of a symbolic language are the values near the average value which is a count of effective embedding, i.e., distribution (or standard deviation) of the count of effective embedding of each bit should just choose the smallest pattern.

[0117] At step S501, the data inserted in a print as a watermark are changed into a symbolic language (this symbolic language may be enciphered) using an error correcting code etc. For example, when 2 yuan is changed into a sign, data are expressed by the bit string of 0 and 1. The dot pattern expressing it corresponds to each symbol (a symbol 0, symbol 1).

[0118] At steps S502–S504, each bit of (step S502) and the symbolic language which it is going to embed counts the number of cases which laps with an alphabetic character field for every bit about the embedding pattern of N_p class (step S503).

[0119] Drawing 24 is the example of four kinds of embedding patterns ($N_p=4$). Drawing 24 (a) embeds a signal continuously horizontally, and (b) continues perpendicularly, continuation, (c), and (d) continue in the direction of slant, and it is embedding the signal. Embedding at an eddy winding pattern besides this etc. is considered innumably. Furthermore, a document image may be divided into some blocks like drawing 25, and an embedding pattern which is different with each block may be used.

[0120] Drawing 26 is the example of a symbolic language, and the example which arranged the dot pattern based on it. This dot pattern is arranged as a background of a repetitive statement paintings-and-calligraphic-works image.

[0121] Drawing 27 (a) shows the example which has arranged the symbolic language of drawing 26 according to the embedding pattern of drawing 24 (a). Here, the bit [m -th] dot pattern of drawing 26 is embedded 12 times. Drawing 27 (b) lays a printer graphic on top of the foreground of a dot pattern. As shown in drawing, although the m -th bit of a symbolic language has not lapped with the alphabetic character in the 1st arrangement, it has lapped with the alphabetic character in the 2nd arrangement. The m -th bit of a symbolic language writes N [the number of cases which has been arranged without lapping with an alphabetic character] (P, m) to the embedding pattern P of drawing 24. Total [of the count of effective embedding of each bit of a symbolic language] $T(P)$ adds $N(P, m)$ to $m=1-L$, and count of average effective embedding $E(P)$ is set to $T(P)/L$. From this, distribution of the count of effective embedding is $V(P) = E\{E(P) - N(P, m)^2\}$.

It can come out and calculate.

[0122] $V(P)$ is calculated about all embedding patterns, and the embedding pattern to which $V(P)$ becomes the smallest by step S505 is decided as it is an embedding pattern to the document image of this **.

[0123] At step S506, it spaces according to the embedding pattern decided at step S505, a signal is arranged, and it piles up with a document image. The information by which embedding pattern it embedded to the header information field as drawing 28 showed at this time is embedded simultaneously. A header information field shall not be based on a document, but information shall be arranged by the fixed embedding pattern.

[0124] Subsequently, the watermark detecting element 32 is explained. Drawing 29 shows the flow of processing of the watermark detecting element 32. At step S601, the signal of a part with which header information is embedded among input images is detected, and header information is restored. At step S602, a signal embedding pattern is taken out from the header information restored at step S601. At step S603, a watermark signal is read according to the embedding pattern taken out at step S602. At step S604, majority is taken for every bit of a symbolic language, the value of each bit is decided, a sign is compounded, and information is taken out.

[0125] In addition, it is possible to space the information (for a decode error not to occur or for meaningful information to have been taken out) which decoded information by all patterns and was able to be correctly decoded at the time of detection, without embedding, if the embedding pattern is exhibited and it is limited to some kinds, and recording a pattern, although it embedded and the pattern was recorded on the header-information embedding field at step S506 of drawing 23, and to also take out as information.

[0126] Moreover, also when making an embedding pattern into secrecy, it is not necessary to embed, and it is not necessary to record a pattern. It does not exhibit what kind of pattern this has by complicating an embedding pattern more, when watermark information is the information on secrecy, but it is making into secrecy the pattern which embedded the signal, and aims at maintaining safety more. When using for such the object, it is not necessary to necessarily process steps S502-S505.

[0127] Moreover, if it **** about block division (drawing 25) of an embedding pattern, a document image is divided into some blocks as one of the signal embedding patterns, and when applying an embedding pattern which is different with each block, an approach which is explained below besides the block of the magnitude of immobilization dividing as shown in drawing 25 as the division approach of a block may be used.

[0128] Since the field which laps with an alphabetic character continues to some extent when [which continued in the document of lateral writing horizontally as a premise] it embeds and a pattern (drawing 24 (a)) is adopted, the situation which cannot be judged as shown in drawing 21 for some code length tends to happen. It is also the same as when [which followed the document of columnar writing perpendicularly (drawing 24 (b))] it embeds and a pattern is adopted.

[0129] Drawing 30 is the example of the document with which columnar writing, lateral writing, drawing, etc. were intermingled. By such document, it divides into some blocks, and applying an embedding pattern which is different in each, the variance of the count of effective embedding of each bit of a symbolic language is [direction] smaller, and it is pressed down rather than it applies one embedding pattern to the whole document like drawing 24. Although the division approach may be divided into a block of the magnitude of immobilization which was explained previously, the effectiveness of variance reduction of the direction which analyzed the description of a document image and performed dynamic division becomes large.

[0130] Drawing 31 (a) is the example which divided the document of drawing 30 according to the descriptions, such as columnar writing and lateral writing. This division may use approaches, such as "table analysis (JP,04-033079,A) of OCR etc." used as pretreatment of OCR, may reduce the document image of drawing 30, may extract the lump of the alphabetic character field of a certain amount of magnitude, and may divide that lump as one block. In the example of drawing 31 (a), the field of the character string of lateral writing and a field 5 are a field of the character string of columnar writing, and, in the field 3, the field 1, the field 2, and the field 4 are the field of drawing.

[0131] Steps S502-S505 of drawing 23 are performed for every fields of these, and the embedding pattern of each field is determined. Drawing 31 (b) is the example to which the optimal embedding pattern was applied for every field.

[0132] The information how the document image was divided, and the information on an embedding pattern over each field may be recorded on the header information field of drawing 28 R> 8, and are good also as information on secrecy.

[0133] Moreover, when field division is carried out by drawing 31 (a), you may make it record the information that did not embed a signal in the field judged to be a drawing field, and a signal was not embedded to a drawing field on a header information field, since it is difficult to embed a signal in the drawing field in a document image. Since processing in which signal detection is performed is omissible from the field where a signal is hardly embedded from the first by not embedding a signal to a drawing field at the time of watermark detection, compaction and the signal detection error of the processing time can be prevented.

[0134] As explained to the detail above, according to the gestalt of this operation, there is the following outstanding effectiveness.

(2-1) Since the signal which becomes possible with detection by the alphabetic character field of a foreground and the lap of a dot pattern does not concentrate on some bits of the symbolic language showing information when embedding information for the background of paper by the approach to twist sense of incongruity visually by the minute dot pattern, even when an address is made by degradation of the detection error at the time of signal detection, the dirt of paper, etc., and paper, information can be taken out certainly.

(2-2) The danger that only what knows the embedding pattern can take out information now, and will try to be stolen in the embedded information by making the embedding pattern of a signal into secrecy by the third party with malice decreases.

(2-3) The effectiveness of (2-1) can be heightened more by carrying out field division of the document image for every description of a component, and applying the optimal signal embedding pattern for every divided field.

(2-4) Field division of the document image is carried out for every description of a component, and the processing time at the time of watermark detection is shortened by not embedding a signal into the part which can hardly embed signals, such as a drawing field, and a detection error can be reduced.

[0135] As mentioned above, although the suitable operation gestalt of the watermark information embedding equipment concerning this invention and watermark information detection equipment was explained referring to an accompanying drawing, this invention is not limited to this example. If it is this contractor, it will be clear that it can hit on an idea for various kinds of examples of modification or examples of correction in the criteria of the technical thought indicated by the claim, and it will be understood as what naturally belongs to the technical range of this invention also about them.

[0136]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, there is the following outstanding effectiveness.

(1-1) In order to embed by the difference in the array of a dot and to express information, it is not accompanied by modification to the pitch of between the font of the original document, and an alphabetic character, or space.

(1-2) Since the concentration (the number of the dots within the fixed section) of the dot pattern which is assigning the symbol, and the dot pattern which is not assigning the symbol is equal, it seems that half tone dot meshing of concentration uniform for the background of a document is carried out to people's eyes, and existence of information is not conspicuous.

(1-3) By making into secrecy the dot pattern which is assigning the symbol, and the dot pattern which is not assigned, decode of the information currently embedded becomes difficult.

(1-4) The pattern showing information is the meeting of a fine dot, and since it is embedded as a background of a document on one side, even if an embedding algorithm is exhibited, it becomes difficult to alter [of embedding information] it to the printed document.

(1-5) Since it embeds by the difference in the direction of a wave (shade change) and a signal is detected, even when some dirt etc. is in a printing document (since detailed detection of a 1-pixel unit is not performed), stable information detection can be performed.

(1-6) In order to perform information restoration using all the information that repeated and embedded the same information and was repeatedly embedded at the time of detection, even if lack of the partial information by a signal part being hidden in the alphabetic character of a big

font, or the form being dirty occurs, the information stabilized and embedded can be taken out.

[0137] Moreover, according to this invention, there is the following outstanding effectiveness.

(2-1) Since the signal which becomes possible with detection by the alphabetic character field of a foreground and the lap of a dot pattern does not concentrate on some bits of the symbolic language showing information when embedding information for the background of paper by the approach to twist sense of incongruity visually by the minute dot pattern, even when an address is made by degradation of the detection error at the time of signal detection, the dirt of paper, etc., and paper, information can be taken out certainly.

(2-2) The danger that only what knows the embedding pattern can take out information now, and will try to be stolen in the embedded information by making the embedding pattern of a signal into secrecy by the third party with malice decreases.

(2-3) The effectiveness of (2-1) can be heightened more by carrying out field division of the document image for every description of a component, and applying the optimal signal embedding pattern for every divided field.

(2-4) Field division of the document image is carried out for every description of a component, and the processing time at the time of watermark detection is shortened by not embedding a signal into the part which can hardly embed signals, such as a drawing field, and a detection error can be reduced.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-101762

(P2003-101762A)

(43) 公開日 平成15年4月4日 (2003.4.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 4 N 1/387		H 0 4 N 1/387	5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	5 0 0	G 0 6 T 1/00	5 0 0 B 5 C 0 7 6
G 0 9 C 5/00		G 0 9 C 5/00	5 J 1 0 4

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2002-177086(P2002-177086)
(22) 出願日 平成14年6月18日(2002.6.18)
(31) 優先権主張番号 特願2001-217758(P2001-217758)
(32) 優先日 平成13年7月18日(2001.7.18)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

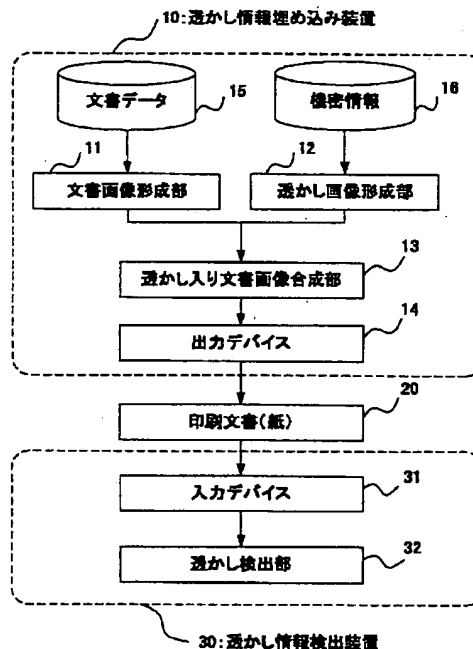
(71) 出願人 000000295
沖電気工業株式会社
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
(72) 発明者 須崎 昌彦
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内
(74) 代理人 100095957
弁理士 亀谷 美明 (外2名)
Fターム(参考) 5B057 AA11 BA30 CB19 CE08 CE09
CG07 CH08 CH09 DA08 DC08
DC31
5C076 AA14 BA06
5J104 AA14 NA14

(54) 【発明の名称】 透かし情報埋め込み装置、及び、透かし情報検出装置

(57) 【要約】

【課題】 正確に秘密情報を取り出すことの可能な、透かし情報埋め込み装置、及び、透かし情報検出装置を提供する。

【解決手段】 透かし情報埋め込み装置においては、ドットの配列によって波の方向及び/又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つのドットパターンに対して1つのシンボルを与え、ドットパターンを組み合わせることで配置することにより、秘密情報が与えられる。透かし情報検出装置においては、ドットパターンと同じ波の方向と波長を持つ、ドットパターンと同数の二次元ウェーブレットフィルタを備える。そして、透かし入り画像中の任意の領域と複数の二次元ウェーブレットフィルタとのコンボリューションを計算し、コンボリューションが最大となる二次元ウェーブレットフィルタに対応するドットパターンがその領域に埋め込まれていると判断する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透かし画像埋め込み装置において、文書データを基にして、文書画像をページごとに作成する文書画像形成部と、透かし画像を作成する透かし画像形成部と、前記文書画像と前記透かし画像を重ね合わせて透かし入り文書画像を作成する透かし入り画像合成部と、を備え、前記透かし画像は、複数種類のドットパターンが規則正しく配置され、その中の少なくとも一種類のドットパターンは特定の機密を表す機密情報が与えられることを特徴とする、透かし情報埋め込み装置。

【請求項2】 ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンを組み合わせて配置することにより、前記機密情報が与えられることを特徴とする、請求項1に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項3】 前記シンボルは、前記機密情報の一部を成す有効なシンボルと、前記機密情報とは無関係の無効なシンボルとからなることを特徴とする、請求項2に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項4】 ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンの配置の組み合わせに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンの配置の組み合わせを組み合わせて配置することにより、前記機密情報が与えられることを特徴とする、請求項1に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項5】 さらに、前記透かし入り文書画像を紙に出力する出力デバイスを備え、前記機密情報は、前記出力デバイスが出力する紙上の任意の範囲内に繰り返し埋め込まれることを特徴とする、請求項1、2、3または4のいずれかに記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項6】 さらに、前記透かし入り文書画像を紙に出力する出力デバイスを備え、前記機密情報は、前記出力デバイスが出力する紙上の一部または全面に繰り返し埋め込まれることを特徴とする、請求項1、2、3または4のいずれかに記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項7】 透かし画像検出装置において、文書画像と複数種類のドットパターンが埋め込まれた透かし画像とが重ね合わされて作成された透かし入り文書画像から、前記透かし画像を検出する透かし検出部を備え、前記透かし検出部は、透かし画像と同じ複数種類のドットパターンを抽出するフィルタを備え、前記透かし入り文書画像に対し、マッチングを行うことにより、前記透かし画像を検出することを特徴とする、透かし画像検出装置。

【請求項8】 さらに、紙に印刷された透かし入り文書画像を読み取る入力デバイスを備え、前記透かし検出部は、前記入力デバイスで読み取った透かし入り文書画像に対し、マッチングを行うことにより、前記透かし画像

を検出することを特徴とする、請求項7に記載の透かし画像検出装置。

【請求項9】 前記透かし画像は、ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンを組み合わせて配置することにより、機密情報が与えられたものであり、前記フィルタは、前記ドットパターンと同じ波の方向と波長を持つ、前記ドットパターンと同数の二次元ウェーブレットフィルタからなることを特徴とする、請求項7または8に記載の透かし画像検出装置。

【請求項10】 前記透かし入り画像中の任意の領域と前記複数の二次元ウェーブレットフィルタとのコンボリューションを計算し、コンボリューションが最大となる前記二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドットパターンが前記領域に埋め込まれていると判断することを特徴とする、請求項9に記載の透かし情報検出装置。

【請求項11】 前記透かし入り画像中の任意の領域と任意の前記二次元ウェーブレットフィルタとのコンボリューションが一定の閾値を超えた場合、前記領域には該二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドットパターンが埋め込まれていると判断することを特徴とする、請求項9に記載の透かし情報検出装置。

【請求項12】 前記機密情報は、前記入力デバイスに入力される紙上の任意の範囲内または全面に繰り返し埋め込まれており、前記透かし入り画像中において同じ符号ビットに対応する位置におけるすべての信号検出フィルタとのコンボリューションを前記複数の二次元ウェーブレットフィルタごとに埋め込み時の繰り返し回数と同じだけ加算し、その加算値が最も大きい前記二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドットパターンが埋め込まれているものと判断することを特徴とする、請求項9に記載の透かし情報検出装置。

【請求項13】 前記二次元ウェーブレットフィルタは、ガボールフィルタであることを特徴とする、請求項9、10、11または12のいずれかに記載の透かし情報検出装置。

【請求項14】 前記複数種類のドットパターンをどのような埋め込みパターンで配置するかを選択するパターン判定部をさらに備えたことを特徴とする、請求項1、2または3のいずれかに記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項15】 前記パターン判定部は、前記ドットパターンの埋め込みパターンを2以上変更して前記ドットパターンの仮配置を行い、前記文書画像と前記透かし画像とを重ね合わせても検出が可能な前記ドットパターンの数（有効ドットパターン数）に応じて、前記埋め込みパターンを選択することを特徴とする、請求項14に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項16】 前記パターン判定部は、前記仮配置を行った2以上の各埋め込みパターンについて、前記各ドットパターンの前記有効ドットパターン数の分散を算出し、分散が最も小さい前記埋め込みパターンを選択することを特徴とする、請求項15に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項17】 前記パターン判定部が選択した前記埋め込みパターンに関する情報は、前記透かし入り文書画像にヘッダ情報として埋め込まれることを特徴とする、請求項14、15または16のいずれかに記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項18】 前記パターン判定部が選択した前記埋め込みパターンに関する情報は、暗号化されて前記透かし入り文書画像にヘッダ情報として埋め込まれることを特徴とする、請求項17に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項19】 前記パターン判定部は、前記文書画像を領域分割し、各分割領域ごとに最適な前記埋め込みパターンを選択することを特徴とする、請求項14、15、16、17または18のいずれかに記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項20】 前記パターン判定部は、前記文書画像に対して特性認識処理を行い、前記文書画像の特性に応じた領域分割を行うことを特徴とする、請求項19に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項21】 前記パターン判定部は、前記文書画像に対する特性認識処理の結果、前記ドットパターンを実質的に配置できない分割領域には、前記ドットパターンの配置を行わず、前記ドットパターンの配置を行わない分割領域に関する情報は、前記透かし入り文書画像にヘッダ情報として埋め込まれることを特徴とする、請求項20に記載の透かし情報埋め込み装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、文書画像に対して文字以外の形式で秘密情報を付加する方法と、印刷された秘密情報入り文書から秘密情報を検出する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 画像や文書データなどにコピー・偽造防止のための情報や機密情報を人の目には見えない形で埋め込む「電子透かし」は、保存やデータの受け渡しがすべて電子媒体上で行われることを前提としており、透かしによって埋め込まれている情報の劣化や消失がないため確実に情報検出を行うことができる。これと同様に、紙媒体に印刷された文書に対しても、文書が不正に改ざんされたりコピーされることを防ぐために、文字以外の視覚的に目障りではない形式でかつ容易に改ざんが不可能であるような秘密情報を印刷文書に埋め込む方法が必要となっている。

【0003】 印刷物として最も広く利用される白黒の二値の文書に対する情報埋め込み方法としては、以下の様な技術が知られている。

【0004】 [1] 特開2001-78006「白黒2値文書画像への透かし情報埋め込み・検出方法及びその装置」

任意の文字列を囲む最小矩形をいくつかのブロックに分割し、それらを2つのグループ（グループ1、グループ2）に分ける（グループの数は3つ以上でも良い）。例えば信号が1の場合はグループ1のブロック中の特徴量を増やしグループ2の各ブロック中の特徴量を減らす。信号が0の場合は逆の操作を行う。ブロック中の特徴量は、文字領域の画素数や文字の太さ、ブロックを垂直にスキャンして最初に文字領域にぶつかる点までの距離などである。

【0005】 [2] 特開2001-53954「情報埋め込み装置、情報読み出し装置、電子透かしシステム、情報埋め込み方法、情報読み出し方法及び記録媒体」

1つの文字を囲む最小矩形の幅と高さをその文字に対する特徴量として定め、2つ以上の文字間での特徴量の大小関係の分類パターンによりシンボルを表わすものとする。例えば3つの文字からは6つの特徴量が定義でき、これらの大小関係のパターンの組合わせを列挙し、これらの組合わせを2つのグループに分類し、それぞれにシンボルを与える。埋め込む情報が“0”であって、これを表わすために選択された文字の特徴量の組合わせパターンが“1”であった場合、6つの特徴量のうちいずれかを文字領域を膨らませるなどして変化させる。変化させるパターンは変化量が最小となるように選択する。

【0006】 [3] 特開平9-179494「機密情報記録方法」

400dpi以上のプリンタで印刷されることを想定する。情報を数値化し、基準点マークと位置判別マークとの距離（ドット数）により情報の表現を行う。

【0007】 [4] 特願平10-200743「文書処理装置」

万線スクリーン（細かい平行線で構成された特殊スクリーン）のスクリーン線を後方に移動させるかどうかにより情報を表現する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記公知技術[1]、[2]では、文書画像の文字を構成する画素や文字間隔・行間隔に対する変更を伴うためフォントやレイアウトの変更が発生する。加えて、上記公知技術[3]、[4]においても、検出時には、スキャナ等の入力機器から読み取った入力画像の1画素単位の精密な検出処理が必要となるため、紙面の汚れや印刷時や読み取り時に雑音が付加された場合などには情報検出精度に大きな影響を与える。

【0009】 このように、上記公知技術[1]～[4]

では、印刷された文書をスキャナなどの入力装置によって再びコンピュータに入力して埋め込まれた秘密情報を検出する場合に、印刷書類の汚れや入力の際に発生する回転などの画像変形が原因で、入力画像に多くの雑音成分が含まれるため、正確に秘密情報を取り出すことが困難であるという問題点があった。

【0010】本発明は、従来の透かし情報埋め込み／検出技術が有する上記問題点を鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、正確に秘密情報を取り出すことの可能な、新規かつ改良された透かし情報埋め込み装置、及び、透かし情報検出装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の第1の観点によれば、透かし情報埋め込み装置が提供される。本発明の透かし情報埋め込み装置は、文書データを基にして、文書画像をページごとに作成する文書画像形成部と、透かし画像を作成する透かし画像形成部と、前記文書画像と前記透かし画像を重ね合わせて透かし入り文書画像を作成する透かし入り画像合成部とを備えている。

【0012】そして、前記透かし画像は、複数種類のドットパターンが規則正しく配置され、その中の少なくとも一種類のドットパターンは特定の機密を表す機密情報が与えられることを特徴としている。

【0013】また、ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンを組み合わせることで配置することにより、前記機密情報が与えられるように構成してもよい。

【0014】前記シンボルは、前記機密情報の一部を成す有効なシンボルと、前記機密情報とは無関係の無効なシンボルとからなるように構成してもよい。

【0015】あるいは、ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンの配置の組み合わせに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンの配置の組み合わせを組み合わせることで配置することにより、前記機密情報が与えられるようにすることも可能である。

【0016】さらに、前記透かし入り文書画像を紙に出力する出力デバイスを備え、前記機密情報は、前記出力デバイスが出力する紙上の任意の範囲内に、あるいは全面に、繰り返し埋め込むようにしてもよい。

【0017】上記課題を解決するため、本発明の第2の観点によれば、透かし情報検出装置が提供される。本発明の透かし情報検出装置は、文書画像と複数種類のドットパターンが埋め込まれた透かし画像とが重ね合わされて作成された透かし入り文書画像から、前記透かし画像を検出する透かし検出部を備えている。

【0018】そして、前記透かし検出部は、透かし画像

と同じ複数種類のドットパターンを抽出するフィルタを備え、前記透かし入り文書画像に対し、マッチングを行うことにより、前記透かし画像を検出することを特徴としている。

【0019】さらに、紙に印刷された透かし入り文書画像を読み取る入力デバイスを備え、前記透かし検出部は、前記入力デバイスで読み取った透かし入り文書画像に対し、マッチングを行うことにより、前記透かし画像を検出するようにしてもよい。

10 【0020】また、前記透かし画像は、ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンを組み合わせることで配置することにより、機密情報が与えられたものであり、前記フィルタは、前記ドットパターンと同じ波の方向と波長を持つ、前記ドットパターンと同数の二次元ウェーブレットフィルタからなるように構成してもよい。二次元ウェーブレットフィルタの一例として、ガボールフィルタを用いることができる。

20 【0021】かかる場合、前記透かし入り画像中の任意の領域と前記複数の二次元ウェーブレットフィルタとのコンボリューション（たたみこみ積分）を計算し、コンボリューションが最大となる前記二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドットパターンが前記領域に埋め込まれていると判断することが可能である。

【0022】また、前記透かし入り画像中の任意の領域と任意の前記二次元ウェーブレットフィルタとのコンボリューションが一定の閾値を超えた場合、前記領域には該二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドット

30 パターンが埋め込まれていると判断することも可能である。

【0023】また、前記機密情報が、前記入力デバイスに入力される紙上の任意の範囲内または全面に繰り返し埋め込まれている場合には、前記透かし入り画像中において同じ符号ビットに対応する位置におけるすべての信号検出フィルタとのコンボリューションを前記複数の二次元ウェーブレットフィルタごとに埋め込み時の繰り返し回数と同じだけ加算し、その加算値が最も大きい前記二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドット

40 パターンが埋め込まれているものと判断することが可能である。

【0024】また、本発明の他の観点によれば、上記の透かし情報埋め込み装置の応用例として、以下の透かし情報埋め込み装置が提供される。この透かし埋め込み装置は、上記透かし情報埋め込み装置の構成要素に加え、さらに、前記複数種類のドットパターンをどのような埋め込みパターンで配置するかを選択するパターン判定部を備えたことを特徴とする。

【0025】前記パターン判定部は、実際に前記ドットパターンを配置する前に、前記ドットパターンの埋め込

みパターンをいくつか（例えば、2以上）変更して前記ドットパターンの仮配置を行い、前記文書画像と前記透かし画像とを重ね合わせても検出が可能な前記ドットパターンの数（以下、有効ドットパターン数と称する）に応じて、前記埋め込みパターンを選択することが可能である。

【0026】より具体的には、前記仮配置を行った各埋め込みパターンについて、前記各ドットパターンの前記有効ドットパターン数の分散を算出し、分散が最も小さい前記埋め込みパターンを選択することが可能である。10
なお、分散の代わりに標準偏差を算出し、標準偏差が最も小さい前記埋め込みパターンを選択することも可能である。

【0027】前記パターン判定部が選択した前記埋め込みパターンに関する情報は、前記透かし入り文書画像にヘッダ情報として埋め込むことが可能である。この際、その埋め込みパターンに関する情報を第三者に秘密にするために暗号化するようにすれば、埋め込みパターンを知っている者だけが埋め込まれた透かし情報を復元することが可能である。20

【0028】前記文書画像を領域分割し、各分割領域ごとに最適な前記埋め込みパターンを選択することも可能である。領域分割の一例として、前記文書画像に対して、OCR（Optical Character Reader：光学式文字読み取り装置）を用いて文字や表などの解析処理（特性認識処理）を行い、前記文書画像の特性に応じた領域分割を行うことが可能である。

【0029】文書画像に対する特性認識処理の結果、ドットパターン（透かし情報）を実質的にほとんど埋め込めない領域（例えば、図の領域）があることが分かる場合がある。このような分割領域には、前記ドットパターンの配置を行わないことも可能である。そして、前記ドットパターンの配置を行わない分割領域に関する情報を、前記透かし入り文書画像にヘッダ情報として埋め込むようにすれば、透かし情報の検出時に、その分割領域からは透かし情報の検出を行わずに済み、検出効率の向上を図ることができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照しながら、本発明にかかる透かし情報埋め込み装置、及び、透かし情報検出装置の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0031】（第1の実施の形態）図1は、本実施の形態にかかる透かし情報埋め込み装置及び透かし情報検出装置の構成を示す説明図である。

【0032】（透かし情報埋め込み装置10）透かし情報埋め込み装置10は、文書データと文書に埋め込む機密情報をもとに文書画像を構成し、紙媒体に印刷を行う 50

装置である。透かし情報埋め込み装置10は、図1に示したように、文書画像形成部11と、透かし画像形成部12と、透かし入り文書画像合成部13と、出力デバイス14とにより構成されている。文書データ15は文書作成ツール等により作成されたデータである。機密情報16は紙媒体に文字以外の形式で埋め込む情報（文字列や画像、音声データ）などである。

【0033】文書画像形成部11では、文書データ15を紙面に印刷した状態の画像が作成される。具体的には、文書画像中の白画素領域は何も印刷されない部分であり、黒画素領域は黒の塗料が塗布される部分である。なお、本実施の形態では、白い紙面に黒のインク（単色）で印刷を行うことを前提として説明するが、本発明はこれに限定されず、カラー（多色）で印刷を行う場合であっても、同様に本発明を適用可能である。

【0034】透かし画像形成部12は、機密情報16をデジタル化して数値に変換したものをN元符号化（Nは2以上）し、符号語の各シンボルをあらかじめ用意した信号に割り当てる。信号は任意の大きさの矩形領域中にドットを配列することにより任意の方向と波長を持つ波を表現し、波の方向や波長に対してシンボルを割り当てたものである。透かし画像は、これらの信号がある規則に従って画像上に配置されたものである。

【0035】透かし入り文書画像合成部13は、文書画像と透かし画像を重ね合わせて透かし入りの文書画像を作成する。また、出力デバイス14は、プリンタなどの出力装置であり、透かし入り文書画像を紙媒体に印刷する。したがって、文書画像形成部11、透かし画像形成部12、透かし入り文書画像合成部13はプリンタドライバの中の一つの機能として実現されていても良い。

【0036】印刷文書20は、元の文書データ15に対して機密情報16を埋め込んで印刷されたものであり、物理的に保管・管理される。

【0037】（透かし情報検出装置30）透かし情報検出装置30は、紙媒体に印刷されている文書を画像として取り込み、埋め込まれている機密情報を復元する装置である。透かし情報検出装置30は、図1に示したように、入力デバイス31と、透かし検出部32とにより構成されている。

【0038】入力デバイス31は、スキャナなどの入力装置であり、紙に印刷された文書20を多値階調のグレイ画像として計算機に取り込む。また、透かし検出部32は、入力画像に対してフィルタ処理を行い、埋め込まれた信号を検出する。検出された信号からシンボルを復元し、埋め込まれた機密情報を取り出す。

【0039】以上のように構成される透かし情報埋め込み装置10及び透かし情報検出装置30の動作について説明する。まず、図1～図11を参照しながら、透かし情報埋め込み装置10の動作について説明する。

【0040】（文書画像形成部11）文書データ15は

フォント情報やレイアウト情報を含むデータであり、ワープロソフト等で作成されるものとする。文書画像形成部11は、この文書データ15を基に、文書が紙に印刷された状態の画像をページごとに作成する。この文書画像は白黒の二値画像であり、画像上で白い画素（値が1の画素）は背景であり、黒い画素（値が0の画素）は文字領域（インクが塗布される領域）であるものとする。

【0041】（透かし画像形成部12）機密情報16は文字、音声、画像などの各種データであり、透かし画像形成部ではこの情報から文書画像の背景として重ね合わせる透かし画像を作成する。

【0042】図2は、透かし画像形成部12の処理の流れを示す流れ図である。まず、機密情報16をN元符号に変換する（ステップS101）。Nは任意であるが、本実施の形態では説明を容易にするためN=2とする。従って、ステップS101で生成される符号は2元符号であり、0と1のビット列で表現されるものとする。このステップS101ではデータをそのまま符号化しても良いし、データを暗号化したものを符号化しても良い。

【0043】次いで、符号語の各シンボルに対して透かし信号を割り当てる（ステップS102）。透かし信号とはドット（黒画素）の配列によって任意の波長と方向を持つ波を表現したものである。透かし信号については、さらに後述する。

【0044】さらに、符号化されたデータのビット列に対応する信号ユニットを透かし画像上に配置する（ステップS103）。

【0045】上記ステップS102において、符号語の各シンボルに対して割り当てる透かし信号について説明する。図3は透かし信号の一例を示す説明図である。

【0046】透かし信号の幅と高さをそれぞれSw、Shとする。SwとShは異なっても良いが、本実施の形態では説明を容易にするためSw=Shとする。長さの単位は画素数であり、図3の例ではSw=Sh=12である。これらの信号が紙面に印刷されたときの大きさは、透かし画像の解像度に依存しており、例えば透かし画像が600dpi（dot per inch：解像度の単位であり、1インチ当たりのドット数）の画像であるとしたならば、図3の透かし信号の幅と高さは、印刷文書上で $12/600=0.02$ （インチ）となる。

【0047】以下、幅と高さがSw、Shの矩形を1つの信号の単位として「信号ユニット」と称する。図3（1）は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(3)$ （ \arctan は \tan の逆関数）の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(-1/3)$ である。以下、この信号ユニットをユニットAと称する。図3（2）はドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(-3)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(1/3)$ である。以下、この信号ユニットをユニ

ットBと称する。

【0048】図4は、図3（1）の画素値の変化を $\arctan(1/3)$ の方向から見た断面図である。図4において、ドットが配列されている部分が波の最小値の腹（振幅が最大となる点）となり、ドットが配列されていない部分は波の最大値の腹となっている。

【0049】また、ドットが密に配列されている領域はそれぞれ1ユニットの中に2つ存在するため、この例では1ユニットあたりの周波数は2となる。波の伝播方向はドットが密に配列されている方向に垂直となるため、ユニットAの波は水平方向に対して $\arctan(-1/3)$ 、ユニットBの波は $\arctan(1/3)$ となる。なお、 $\arctan(a)$ の方向と $\arctan(b)$ の方向が垂直のとき、 $a \times b = -1$ である。

【0050】本実施の形態では、ユニットAで表現される透かし信号にシンボル0を割り当て、ユニットBで表現される透かし信号にシンボル1を割り当てる。また、これらをシンボルユニットと称する。

【0051】透かし信号には図3（1）、（2）で示されるもの以外にも、例えば図5（3）～（5）で示されるようなドット配列が考えられる。図5（3）は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(1/3)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(-3)$ である。以下、この信号ユニットをユニットCと称する。図5（4）は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(-1/3)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(3)$ である。以下、この信号ユニットをユニットDと称する。図5（5）は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(1)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(-1)$ である。なお、図5（5）は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(-1)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(1)$ であるとも考えることもできる。以下、この信号ユニットをユニットEと称する。

【0052】このようにして、先に割り当てた組み合わせ以外にも、シンボル0とシンボル1を割り当てるユニットの組み合わせのパターンが複数考えられるため、どの透かし信号がどのシンボルに割り当てられているかを秘密にして第三者（不正者）が埋め込まれた信号を簡単に解読できないようにすることもできる。

【0053】さらに、図2に示したステップS102で、機密情報を4元符号で符号化した場合には、例えば、ユニットAに符号語のシンボル0を、ユニットBにシンボル1を、ユニットCにシンボル2を、ユニットDにシンボル3を割り当てることも可能である。

【0054】図3、図5に示した透かし信号の一例においては、1ユニット中のドットの数すべて等しくしているため、これらのユニットを隙間なく並べることにより、透かし画像の見かけの濃度が均一となる。したがって印刷された紙面上では、単一の濃度を持つグレー画像

が背景として埋め込まれているように見える。

【0055】このような効果を出すために、例えば、ユニットEを背景ユニット（シンボルが割り当てられていない信号ユニット）と定義し、これを隙間なく並べて透かし画像の背景とし、シンボルユニット（ユニットA、ユニットB）を透かし画像に埋め込む場合は、埋め込むとする位置の背景ユニット（ユニットE）とシンボルユニット（ユニットA、ユニットB）とを入れ替える。

【0056】図6（1）はユニットEを背景ユニットと定義し、これを隙間なく並べて透かし画像の背景とした場合を示す説明図である。図6（2）は図6（1）の背景画像の中にユニットAを埋め込んだ一例を示し、図6（3）は図6（1）の背景画像の中にユニットBを埋め込んだ一例を示している。本実施の形態では、背景ユニットを透かし画像の背景とする方法について説明するが、シンボルユニットのみを配置することによって透かし画像を生成しても良い。

【0057】次いで、符号語の1シンボルを透かし画像に埋め込む方法について、図7を参照しながら説明する。

【0058】図7は、透かし画像へのシンボル埋め込み方法の一例を示す説明図である。ここでは、例として「0101」というビット列を埋め込む場合について説明する。

【0059】図7（1）、（2）に示すように、同じシンボルユニットを繰り返し埋め込む。これは文書中の文字が埋め込んだシンボルユニットの上に重なった場合、信号検出時に検出されなくなることを防ぐためであり、シンボルユニットの繰り返し数と配置のパターン（以下、ユニットパターンと称する。）は任意である。

【0060】すなわち、ユニットパターンの一例として、図7（1）のように繰り返し数を4（1つのユニットパターン中に4つのシンボルユニットが存在する）にしたり、図7（2）のように繰り返し数を2（1つのユニットパターン中に2つのシンボルユニットが存在する）にしたりすることができ、あるいは、繰り返し数を1（1つのユニットパターン中には1つのシンボルユニットだけが存在する）としてもよい。

【0061】また、図7（1）、（2）は1つのシンボルユニットに対して1つのシンボルが与えられているが、図7（3）のようにシンボルユニットの配置パター*

*ンに対してシンボルを与えても良い。

【0062】1ページ分の透かし画像の中に何ビットの情報量を埋め込むことができるかは、信号ユニットの大きさ、ユニットパターンの大きさ、文書画像の大きさに依存する。文書画像の水平方向と垂直方向にいくつの信号を埋め込んだかは、既知として信号検出を行っても良いし、入力装置から入力された画像の大きさと信号ユニットの大きさから逆算しても良い。

【0063】1ページ分の透かし画像の水平方向にPw個、垂直方向にPh個のユニットパターンが埋め込めるとすると、画像中の任意の位置のユニットパターンをU(x, y), x=1~Pw, y=1~Phと表現し、U(x, y)を「ユニットパターン行列」と称することにす。また、1ページに埋め込むことができるビット数を「埋め込みビット数」と称する。埋め込みビット数はPw×Phである。

【0064】図8は、機密情報を透かし画像に埋め込む方法について示した流れ図である。ここでは1枚（1ページ分）の透かし画像に、同じ情報を繰り返し埋め込む場合について説明する。同じ情報を繰り返し埋め込むことにより、透かし画像と文書画像を重ね合わせたときに1つのユニットパターン全体が塗りつぶされるなどして埋め込み情報が消失するような場合でも、埋め込んだ情報を取り出すことを可能とするためである。

【0065】まず、機密情報16をN元符号に変換する（ステップS201）。図2のステップS101と同様である。以下では、符号化されたデータをデータ符号と称し、ユニットパターンの組合わせによりデータ符号を表現したものをデータ符号ユニットDuと称する。

【0066】次いで、データ符号の符号長（ここではビット数）と埋め込みビット数から、1枚の画像にデータ符号ユニットを何度繰り返し埋め込むことができるかを計算する（ステップS202）。本実施の形態ではデータ符号の符号長データをユニットパターン行列の第1行に挿入するものとする。データ符号の符号長を固定長として符号長データは透かし画像には埋め込まないようにしても良い。

【0067】データ符号ユニットを埋め込む回数Dnは、データ符号長をCnとして以下の式で計算される。

【0068】

【数1】

$$Dn = \left\lfloor \frac{Pw \times (Ph - 1)}{Cn} \right\rfloor$$

[A]はAを超えない最大の整数

【0069】ここで剰余をRn（Rn=Cn-（Pw×（Ph-1）））とすると、ユニットパターン行列にはDn回のデータ符号ユニットおよびデータ符号の先頭R

nビット分に相当するユニットパターンを埋め込むことになる。ただし、剰余部分のRnビットは必ずしも埋め込まなくても良い。

【0070】図9の説明では、ユニットパターン行列のサイズを9×11（11行9列）、データ符号長を12（図中で0～11の番号がついたものがデータ符号の各符号語を表わす）とする。

【0071】次いで、ユニットパターン行列の第1行目に符号長データを埋め込む（ステップS203）。図9の例では符号長を9ビットのデータで表現して1度だけ埋め込んでいる例を説明しているが、ユニットパターン行列の幅Pwが十分大きい場合、データ符号と同様に符号長データを繰り返し埋め込むこともできる。

【0072】さらに、ユニットパターン行列の第2行以降に、データ符号ユニットを繰り返し埋め込む（ステップS204）。図9で示すようにデータ符号のMSB（most significant bit）またはLSB（least significant bit）から順に行方向に埋め込む。図9の例ではデータ符号ユニットを7回、およびデータ符号の先頭6ビットを埋め込んでいる例を示している。

【0073】データの埋め込み方法は図9のように行方向に連続になるように埋め込んでも良いし、列方向に連続になるように埋め込んでも良い。

【0074】以上、透かし画像形成部12における、透かし画像について説明した。次いで、透かし情報埋め込み装置10の透かし入り文書画像合成部13について説明する。

【0075】（透かし入り文書画像合成部13）透かし入り文書画像合成部13では、文書画像形成部11で作成した文書画像と、透かし画像形成部で作成した透かし画像を重ね合わせる。透かし入り文書画像の各画素の値は、文書画像と透かし画像の対応する画素値の論理積演算（AND）によって計算する。すなわち、文書画像と透かし画像のどちらかが0（黒）であれば、透かし入り文書画像の画素値は0（黒）、それ以外は1（白）とな*

*る。

【0076】図10は、透かし入り文書画像の一例を示す説明図である。図11は、図10の一部を拡大して示した説明図である。ここで、ユニットパターンは図7（1）のパターンを用いている。透かし入り文書画像は、出力デバイス14により出力される。

【0077】以上、透かし情報埋め込み装置10の動作について説明した。次いで、図1、及び、図12～図20を参照しながら、透かし情報検出装置30の動作について説明する。

【0078】（透かし検出部32）図12は、透かし検出部32の処理の流れを示す流れ図である。まず、スキャナなどの入力デバイス31によって透かし入り文書画像を計算機のメモリ等に入力する（ステップS301）。この画像を入力画像と称する。入力画像は多値画像であり、以下では256階調のグレイ画像として説明する。また入力画像の解像度（入力デバイス31で読み込むときの解像度）は、上記透かし情報埋め込み装置10で作成した透かし入り文書画像と異なっても良いが、ここでは上記透かし情報埋め込み装置10で作成した画像と同じ解像度であるとして説明する。また、入力画像は回転や伸縮などの補正が行われているものとする。

【0079】次いで、入力画像の大きさと信号ユニットの大きさから、ユニットパターンがいくつ埋め込まれているかを計算する（ステップS302）。例えば入力画像の大きさがW（幅）×H（高さ）であるとして、信号ユニットの大きさをSw×Sh、ユニットパターンはUw×Uh個のユニットから構成されるとすると、入力画像中に埋め込まれているユニットパターンの数（N=Pw×Ph）は以下のように計算される。

【0080】

【数2】

$$Pw = \frac{W}{Sw \times Uw}, Ph = \frac{H}{Sh \times Uh}$$

【0081】ただし、透かし情報埋め込み装置10と透かし情報検出装置30で解像度が異なる場合には、それらの解像度の比によって入力画像中の信号ユニットの大きさを正規化した後、上記の計算を行う。

【0082】次いで、ステップS302で計算したユニットパターン数をもとに入力画像に対してユニットパターンの区切り位置を設定する（ステップS303）。図13は入力画像（図13（1））と、ユニットパターンの区切り位置を設定した後の入力画像（図13（2））の一例を示している。

【0083】次いで、ユニットパターンの区切りごとにシンボルユニットの検出を行い、ユニットパターン行列を復元する（ステップS304）。以下に、信号検出の

詳細を説明する。

【0084】図14は、入力画像中における、図3（1）に示したユニットAに対応する領域の一例を示した説明図である。図3では信号ユニットは二値画像であるが、ここでは多値画像である。二値画像を印刷した場合、インクのにじみなどが原因で濃淡が連続的に変化するため、図14のようにドットの周囲が白と黒の中間色になる。したがって図14を波の伝播方向と平行な方向から見た断面図は図15のようになる。図4が矩形波であるのに対し、図15は滑らかな波となる。

【0085】また、実際には紙の厚さの局所的な変化や、印刷文書の汚れ、出力デバイスや画像入力デバイスの不安定性などの要因により、入力画像中には多くの雑

音成分が付加されることになるが、ここでは雑音成分のない場合について説明する。しかしながら、ここで説明する方法を用いれば、雑音成分が付加された画像に対しても安定した信号検出を行うことができる。

【0086】以下では入力画像から信号ユニットを検出するために、波の周波数と方向、および影響範囲を同時に定義できる二次元ウェーブレットフィルタを用いる。以下では、二次元ウェーブレットフィルタの一つであるガボールフィルタを用いる例を示すが、ガボールフィルタと同様な性質を持つフィルタであれば、必ずしもガボ*10

$$G(x, y) = \exp \left[-\pi \left\{ \frac{(x-x_0)^2}{A^2} + \frac{(y-y_0)^2}{B^2} \right\} \right] \times \exp \left[-2\pi i \{ u(x-x_0) + v(y-y_0) \} \right]$$

i : 虚数単位

$x = 0 \sim gw-1, y = 0 \sim gh-1, x_0 = gw/2, y_0 = gh/2$

A : 水平方向の影響範囲, B : 垂直方向の影響範囲

$\tan^{-1}(u/v)$: 波の方向, $\sqrt{u^2+v^2}$: 周波数

【0089】信号検出には透かし画像に埋め込んだシンボルユニットと周波数、波の方向、および大きさが等しいガボールフィルタを、埋め込んだ信号ユニットの種類と同じ数だけ用意する。ここでは図3のユニットAとユ
ニットBに対応するガボールフィルタをフィルタA、フ
ィルタBと称する。

【0090】入力画像中の任意の位置でのフィルタ出力値はフィルタと画像間のコンボリューションにより計算する。ガボールフィルタの場合は実数フィルタと虚数フ
ィルタ（虚数フィルタは実数フィルタと半波長分位相がずれたフィルタ）が存在するため、それらの2乗平均値をフィルタ出力値とする。例えば、フィルタAの実数フ
ィルタと画像間のコンボリューションが Rc 、虚数フ
ィルタとのコンボリューションが Ic であったとすると、出力値 $F(A)$ は以下の式で計算する。

【0091】

【数4】

$$F(A) = \sqrt{Rc^2 + Ic^2}$$

【0092】図16は、ステップS303によって区切られたユニットパターン $U(x, y)$ 中に埋め込まれて
いるシンボルユニットがユニットAであるかユニットBであるかを判定する方法について説明する説明図であ
る。

【0093】ユニットパターン $U(x, y)$ に対するシンボル判定ステップを以下のように行う。

(1) フィルタAの位置を移動しながら、ユニットパターン $U(x, y)$ 中のすべての位置について $F(A)$ を計算した結果の最大値をユニットパターン $U(x, y)$ に対するフィルタAの出力値とし、これを $F_u(A, x, y)$ とする。

*ールフィルタである必要はなく、さらには信号ユニットと同じドットパターンを持つテンプレートを定義してパターンマッチングを行うなどの方法でも良い。

【0087】以下にガボールフィルタ $G(x, y)$, $x = 0 \sim gw-1, y = 0 \sim gh-1$ を示す。 gw, gh はフィルタのサイズであり、ここでは上記透かし情報埋め込み装置10で埋め込んだ信号ユニットと同じ大きさである。

【0088】

【数3】

(2) ユニットパターン $U(x, y)$ に対するフィルタBの出力値を(1)と同様に計算し、これを $F_u(B, x, y)$ とする。

(3) $F_u(A, x, y)$ と $F_u(B, x, y)$ を比較し、 $F_u(A, x, y) \geq F_u(B, x, y)$ であればユニットパターン $U(x, y)$ に埋め込まれているシンボルユニットはユニットAであると判定し、 $F_u(A, x, y) < F_u(B, x, y)$ であればユニットパターン $U(x, y)$ に埋め込まれているシンボルユニットはユニットBであると判定する。

【0094】(1)、(2)において、フィルタを移動するステップ幅は任意であり、ユニットパターン上の代表的な位置での出力値のみを計算してもよい。また、(3)で $F_u(A, x, y)$ と $F_u(B, x, y)$ の差の絶対値があらかじめ定めておいた閾値以下であった場合には判定不能としてもよい。

【0095】また(1)において、フィルタをずらしながらコンボリューションを計算する過程で、 $F(A)$ の最大値があらかじめ定めた閾値を超えた場合に、ただちに $U(x, y)$ に埋め込まれているシンボルユニットはユニットAであると判定して処理を中止しても良い。

(2)においても同様に、 $F(B)$ の最大値があらかじめ定めた閾値を超えた場合に、ただちに $U(x, y)$ に埋め込まれているシンボルユニットはユニットBであると判定しても良い。

【0096】以上、信号検出(ステップS304)の詳細について説明した。再び、図12の流れ図に戻り、以降のステップS305について説明する。ステップS305では、ユニットパターン行列のシンボルを連結してデータ符号を再構成し、元の情報を復元する。

【0097】図17は情報復元の一例を示す説明図である。情報復元のステップは以下の通りである。

(1) 各ユニットパターンに埋め込まれているシンボル

を検出する(図17①)。

(2) シンボルを連結してデータ符号を復元する(図17②)。

(3) データ符号を復号して埋め込まれた情報を取り出す(図17③)。

【0098】図18～図20はデータ符号の復元方法の一例を示す説明図である。復元方法は基本的に図8の逆の処理となる。

【0099】まず、ユニットパターン行列の第1行から符号長データ部分を取り出して、埋め込まれたデータ符号の符号長を得る(ステップS401)。

【0100】次いで、ユニットパターン行列のサイズとS401で得たデータ符号の符号長をもとに、データ符号ユニットを埋め込んだ回数Dnおよび剰余Rnを計算する(ステップS402)。

【0101】次いで、ユニットパターン行列の2行目以降からステップS203と逆の方法でデータ符号ユニットを取り出す(ステップS403)。図19の例ではU(1, 2)(2行1列)から順に12個のパターンユニットごとに分解する(U(1, 2)～U(3, 3), U(4, 3)～U(6, 4), ...)。Dn=7, Rn=6であるため、12個のパターンユニット(データ符号ユニット)は7回取り出され、剰余として6個(データ符号ユニットの上位6個に相当する)のユニットパターン(U(4, 11)～U(9, 11))が取り出される。

【0102】次いで、ステップS403で取り出したデータ符号ユニットに対してビット確信度演算を行うことにより、埋め込んだデータ符号を再構成する(ステップS404)。以下、ビット確信度演算について説明する。

【0103】図20のようにユニットパターン行列の2行1列目から最初に取り出されたデータ符号ユニットを*

$$\sum_{n=1}^{Dn} Df(A, M, n) \geq \sum_{n=1}^{Dn} Df(B, M, n)$$

【0107】の場合は1と判定し、それ以外の場合は0と判定する。ただし、N<Rnの場合はDfの加算はn=1～Rn+1までとなる。

【0108】ここではデータ符号を繰り返し埋め込む場合について説明したが、データを符号化する際に誤り訂正符号などを用いることにより、データ符号ユニットの繰り返しを行わないような方法も実現できる。

【0109】以上詳細に説明したように、本実施の形態によれば、以下のような優れた効果がある。

(1-1) ドットの配列の違いにより埋め込み情報を表現するため、元の文書のフォント、文字間や行間のピッチに対する変更を伴わない。

*Du(1, 1)～Du(12, 1)とし、順次Du(1, 2)～Du(12, 2), ..., と表記する。また、剰余部分はDu(1, 8)～Du(6, 8)とする。ビット確信度演算は各データ符号ユニットの要素ごとに多数決を取るなどして、データ符号の各シンボルの値を決定することである。これにより、文字領域との重なりや紙面の汚れなどが原因で、任意のデータ符号ユニット中の任意のユニットから正しく信号検出を行えなかった場合(ビット反転エラーなど)でも、最終的に正しくデータ符号を復元することができる。

【0104】具体的には例えばデータ符号の1ビット目は、Du(1, 1), Du(1, 2), ..., Du(1, 8)の信号検出結果が1である方が多い場合には1と判定し、0である方が多い場合には0と判定する。同様にデータ符号の2ビット目はDu(2, 1), Du(2, 2), ..., Du(2, 8)の信号検出結果による多数決によって判定し、データ符号の12ビット目はDu(12, 1), Du(12, 2), ..., Du(12, 7)(Du(12, 8)は存在しないためDu(12, 7)までとなる)の信号検出結果による多数決によって判定する。

【0105】ビット確信度演算は、図16の信号検出フィルタの出力値を加算することによっても行うこともできる。これは、例えば図3(1)のユニットAに0のシンボルが割り当てられ、図3(2)のユニットBに1のシンボルが割り当てられているものとし、Du(m, n)に対するフィルタAによる出力値の最大値をDf(A, m, n), Du(m, n)に対するフィルタBによる出力値の最大値をDf(B, m, n)とすると、データ符号のMビット目は、

【0106】

【数5】

(1-2) シンボルを割り当てているドットパターンと、シンボルを割り当てていないドットパターンの濃度(一定区間内のドットの数)が等しいため、人の目には文書の背景に様な濃度の網掛けがされているように見え、情報の存在が目立たない。

(1-3) シンボルを割り当てているドットパターンと割り当てていないドットパターンを秘密にしておくことで、埋め込まれている情報の解読が困難となる。

(1-4) 情報を表わすパターンは細かいドットの集まりで、文書の背景として一面に埋め込まれているため、埋め込みアルゴリズムが公開されたとしても、印刷された文書に対する埋め込み情報の改ざんが困難となる。

(1-5) 波(濃淡変化)の方向の違いにより埋め込み信号を検出するため(1画素単位の詳細な検出を行わないので)、印刷文書に多少の汚れなどがあつた場合でも、安定した情報検出を行うことができる。

(1-6) 同じ情報を繰り返し埋め込み、検出時には繰り返し埋め込まれた情報のすべてを利用して情報復元を行うため、大きなフォントの文字によって信号部分が隠されたり、用紙が汚れていたりすることによる部分的な情報の欠落が発生しても、安定して埋め込んだ情報を取り出すことができる。

【0110】(第2の実施の形態)上記第1の実施の形態の文書出力部では、透かしとして印刷物に挿入するデータを誤り訂正符号などを用いて符号語(この符号語は暗号化されていてもよい)に変換する。例えば2元符号に変換した場合、0、1のビット列でデータが表現される。各シンボル(シンボル0、シンボル1)にはそれを表現するドットパターンが対応する。これが文書画像の背景として埋め込まれるが、1枚の紙に埋め込むことが可能な最大信号数に比べて符号語のビット数(ドットパターン配列の要素数)が小さい場合、ドットパターンの配列は、紙面上に繰り返し埋め込まれることになる。

【0111】透かし信号は文書画像の背景として埋め込まれるため、信号を表わすドットパターンの一部、または全部が文書画像の文字領域と重なっている場所からは、信号検出時にドットパターンを検出できない。上記第1の実施の形態で説明しているように、信号検出時において、符号語の各ビットが0であるか1であるかの判定は、各ビットに対応する位置から検出されたドットパターンがどちらであるかの多数決などの方法による。従って、ドットパターンの検出が不可能となる位置(文字領域と重なった領域)が符号語のあるビットに集中したような場合に、そのビットは、図21に示したように、判定不可能になる。符号語に誤り訂正符号を用いたとしても、判定不可能なビットが誤り訂正能力を超えた場合には情報を復元できない。

【0112】図22は、本実施の形態にかかる透かし情報埋め込み装置及び透かし情報検出装置の構成を示す説明図である。上記第1の実施の形態との相違点は、透かし情報埋め込み装置40に、埋め込みパターン判定部42が追加されたことである。埋め込みパターン判定部42は、紙面上にどのような順序で透かし信号を配置するかを決定する部分である。

【0113】その他の構成要素については、上記第1の実施の形態と同様であるため重複説明を省略することとし、本実施の形態の動作について、上記第1の実施の形態への追加事項を中心に説明する。

【0114】図23は、埋め込みパターン判定部42、および透かし画像形成部12の処理の流れを示している。破線で囲まれた領域(ステップS501~S505)が埋め込みパターン判定部42に相当する部分であ

る。

【0115】埋め込みパターン判定部42の概要は、あらかじめ N_p 種類の信号埋め込みパターンを用意しておき、実際に信号の配置を行う前に、仮にそれぞれの埋め込みパターンに従って埋め込んだ場合に、文字と重なる場所がどの程度の割合で特定のビットに集中するかどうかを判断し、文字と重なる部分が符号語のすべてのビットに最も広く散らばるような埋め込みパターンを選択することである。

10 【0116】符号長を L 、文書中に埋め込むことができる信号(ドットパターン)数のうち文字と重ならない信号数を N としたとき、符号語の各ビットの有効埋め込み回数(文字と重ならず埋め込むことができる回数)の平均値 V は N/L である。したがって、理想的には符号語のすべてのビットが V 回ずつ文字と重ならない領域に配置することができる埋め込みパターンが最も良いパターンになる。前述したように、有効埋め込み回数に偏りがあると、少ない回数しか埋め込めなかったビットは、信号検出時に信号検出誤り、印刷後の紙面の汚れ、紙面上への新たな書き込みなどにより信号の読み取りが不可能になる可能性が高い。偏りが大きい場合には、汚れや書き込みによっても全く影響を受けないビットが存在する一方で、信号読み取り不可能なビットが数多く出現することになる。したがって、符号語のすべてのビットが有効埋め込み回数の平均値に近い値である、すなわち各ビットの有効埋め込み回数の分散(または標準偏差)が最も小さいパターンを選択すればよい。

【0117】ステップS501では透かしとして印刷物に挿入するデータを誤り訂正符号などを用いて符号語(この符号語は暗号化されていてもよい)に変換する。例えば2元符号に変換した場合、0、1のビット列でデータが表現される。各シンボル(シンボル0、シンボル1)にはそれを表現するドットパターンが対応する。

【0118】ステップS502~S504では N_p 種類の埋め込みパターンについて(ステップS502)、埋め込もうとする符号語の各ビットが文字領域と重なる場合の数を、各ビット毎にカウントする(ステップS503)。

【0119】図24は4種類の埋め込みパターンの例である($N_p=4$)。図24(a)は水平方向に連続して信号を埋め込み、(b)は垂直方向に連続、(c)、

(d)は斜め方向に連続して信号を埋め込んでいる。これ以外にも、渦巻き型に埋め込むなど、無数に考えられる。さらに、図25のように文書画像をいくつかのブロックに分割し、それぞれのブロックで異なる埋め込みパターンを用いても良い。

【0120】図26は符号語の例とそれに基づいてドットパターンを配列した例である。このドットパターンを繰り返し文書画像の背景として配置する。

【0121】図27(a)は図24(a)の埋め込みパ

ターンに従って図26の符号語を配置した例を示している。ここでは図26のmビット目のドットパターンは12回埋め込まれている。図27(b)はドットパターンの前景に印刷文字を重ねあわせたものである。図のように、符号語のmビット目は1回目の配置では文字と重なっていないが、2回目の配置では文字と重なっている。図24の埋め込みパターンPに対して、符号語のmビット目が文字と重ならず配置できた場合の数をN(P, m)と表記する。符号語の各ビットの有効埋め込み回数の総和T(P)はN(P, m)をm=1~Lまで加算したものであり、平均有効埋め込み回数E(P)はT(P)/Lとなる。これより、有効埋め込み回数の分散は、

$$V(P) = E \{ [E(P) - N(P, m)]^2 \}$$

で計算できる。

【0122】すべての埋め込みパターンについてV(P)を計算し、ステップS505によりV(P)が最も小さくなる埋め込みパターンを当該の文書画像に対する埋め込みパターンであると確定する。

【0123】ステップS506ではステップS505で確定した埋め込みパターンに従って透かし信号を配置し、文書画像と重ね合わせる。このとき図28で示すようにヘッダ情報領域にどの埋め込みパターンで埋め込んだかという情報を同時に埋め込む。ヘッダ情報領域は文書によらず一定の埋め込みパターンで情報が配置されているものとする。

【0124】次いで、透かし検出部32について説明する。図29は透かし検出部32の処理の流れを示している。ステップS601では入力画像のうちヘッダ情報が埋め込まれている部分の信号を検出し、ヘッダ情報を復元する。ステップS602ではステップS601で復元したヘッダ情報から信号埋め込みパターンを取り出す。ステップS603ではステップS602で取り出した埋め込みパターンに従って、透かし信号を読み取る。ステップS604では符号語の各ビット毎に多数決をとり、各ビットの値を確定し、符号を複合して情報を取り出す。

【0125】なお、図23のステップS506では埋め込みパターンをヘッダ情報埋め込み領域に記録したが、埋め込みパターンが公開されており、かつ数種類に限定されるならば埋め込みパターンの記録をせずに、検出時にすべてのパターンで情報の復号を行って、正しく復号できた(復号エラーの起きない、または意味のある情報が取り出せた)情報を透かし情報として取り出すことも可能である。

【0126】また、埋め込みパターンを秘密にする場合も埋め込みパターンの記録を行う必要はない。これは透かし情報が秘密の情報であった場合などに、埋め込みパターンをより複雑にして、どのようなパターンがあるかを公開せず、信号を埋め込んだパターンを秘密にしてお

くことで、より安全性を保つことを目的としている。このような目的で利用する場合は、必ずしもステップS502~S505の処理を行う必要はない。

【0127】また、埋め込みパターンのブロック分割(図25)についての補説すると、信号埋め込みパターンの1つとして文書画像をいくつかのブロックに分割し、それぞれのブロックで異なる埋め込みパターンを適用する場合に、ブロックの分割方法としては図25に示すように固定の大きさのブロックで分割する以外に、以下で説明するような方法を用いても良い。

【0128】前提として、例えば横書きの文書に水平方向に連続した埋め込みパターン(図24(a))を採用した場合は、文字と重なる領域がある程度連続するため、符号長によっては、図21に示したような判定不可能の状況が起こりやすい。縦書きの文書に垂直方向(図24(b))に連続した埋め込みパターンを採用した場合も同様である。

【0129】図30は縦書き、横書き、図などが混在した文書の例である。このような文書では図24のような文書全体に対して1つの埋め込みパターンを適用するよりも、いくつかのブロックに分割して、それぞれに異なる埋め込みパターンを適用する方が、符号語の各ビットの有効埋め込み回数の分散値がより小さく押さえられる。分割方法は先に説明したような固定の大きさのブロックに分割しても良いが、文書画像の特徴を解析して動的な分割を行った方が分散値低減の効果が大きくなる。

【0130】図31(a)は図30の文書を縦書き、横書き等の特徴によって分割した例である。この分割はOCRの前処理として用いられる「OCRの表解析(特開平04-033079)」などの方法を用いてもよいし、図30の文書画像を縮小して、ある程度の大きさの文字領域のかたまりを抽出し、そのかたまりを1つのブロックとして分割しても良い。図31(a)の例では、領域1、領域2、領域4は横書きの文字列の領域、領域5は縦書きの文字列の領域、領域3は図の領域となっている。

【0131】これらの各領域毎に図23のステップS502~S505を行い、各領域の埋め込みパターンを決定する。図31(b)は領域毎に最適な埋め込みパターンが適用された例である。

【0132】文書画像がどのように分割されたかという情報と、各領域に対する埋め込みパターンの情報は図28のヘッダ情報領域に記録しても良いし、秘密の情報としても良い。

【0133】また、文書画像中の図領域には信号を埋め込むことが困難なため、図31(a)で領域分割した際に、図領域と判定された領域には信号を埋め込まず、図領域に信号を埋め込まなかったという情報をヘッダ情報領域に記録するようにしてもよい。図領域に信号を埋め込まないことによって、透かし検出時に元々信号がほと

んど埋め込まれていない領域から信号検出を行うという処理を省略することができるため、処理時間の短縮や信号検出誤りを防ぐことができる。

【0134】以上詳細に説明したように、本実施の形態によれば、以下のような優れた効果がある。

(2-1) 紙の背景に微小なドットパターンによって視覚的に違和感のない方法で情報を埋め込む場合において、前景の文字領域とドットパターンの重なりによって検出可能となる信号が、情報を表わす符号語の一部のビットに集中することがないので、信号検出時の検出誤りや、紙の汚れなどの劣化、紙に上書がなされた場合でも確実に情報を取り出すことができる。

(2-2) 信号の埋め込みパターンを秘密にしておくことで、埋め込みパターンを知っているものだけが情報を取り出すことができるようになり、埋め込んだ情報を悪意を持つ第三者に盗み見られる危険性が減少する。

(2-3) 文書画像を構成要素の特徴毎に領域分割し、分割された領域毎に最適な信号埋め込みパターンを適用することで、(2-1)の効果をより高めることができる。

(2-4) 文書画像を構成要素の特徴毎に領域分割し、図領域など信号をほとんど埋め込むことができない部分には信号を埋め込まないことで、透かし検出時の処理時間を短縮し、また検出誤りを低減できる。

【0135】以上、添付図面を参照しながら本発明にかかる透かし情報埋め込み装置、及び、透かし情報検出装置の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0136】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、以下のような優れた効果がある。

(1-1) ドットの配列の違いにより埋め込み情報を表現するため、元の文書のフォント、文字間や行間のピッチに対する変更を伴わない。

(1-2) シンボルを割り当てているドットパターンと、シンボルを割り当てていないドットパターンの濃度(一定区間内のドットの数)が等しいため、人の目には文書の背景に一樣な濃度の網掛けがされているように見え、情報の存在が目立たない。

(1-3) シンボルを割り当てているドットパターンと割り当てていないドットパターンを秘密にしておくことで、埋め込まれている情報の解読が困難となる。

(1-4) 情報を表わすパターンは細かいドットの集まりで、文書の背景として一面に埋め込まれているため、埋め込みアルゴリズムが公開されたとしても、印刷された文書に対する埋め込み情報の改ざんが困難となる。

(1-5) 波(濃淡変化)の方向の違いにより埋め込み信号を検出するため(1画素単位の詳細な検出を行わないので)、印刷文書に多少の汚れなどがあった場合でも、安定した情報検出を行うことができる。

(1-6) 同じ情報を繰り返し埋め込み、検出時には繰り返し埋め込まれた情報のすべてを利用して情報復元を行うため、大きなフォントの文字によって信号部分が隠されたり、用紙が汚れていたりすることによる部分的な情報の欠落が発生しても、安定して埋め込んだ情報を取り出すことができる。

【0137】また、本発明によれば、以下のような優れた効果がある。

(2-1) 紙の背景に微小なドットパターンによって視覚的に違和感のない方法で情報を埋め込む場合において、前景の文字領域とドットパターンの重なりによって検出可能となる信号が、情報を表わす符号語の一部のビットに集中することがないので、信号検出時の検出誤りや、紙の汚れなどの劣化、紙に上書がなされた場合でも確実に情報を取り出すことができる。

(2-2) 信号の埋め込みパターンを秘密にしておくことで、埋め込みパターンを知っているものだけが情報を取り出すことができるようになり、埋め込んだ情報を悪意を持つ第三者に盗み見られる危険性が減少する。

(2-3) 文書画像を構成要素の特徴毎に領域分割し、分割された領域毎に最適な信号埋め込みパターンを適用することで、(2-1)の効果をより高めることができる。

(2-4) 文書画像を構成要素の特徴毎に領域分割し、図領域など信号をほとんど埋め込むことができない部分には信号を埋め込まないことで、透かし検出時の処理時間を短縮し、また検出誤りを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態にかかる透かし情報埋め込み装置及び透かし情報検出装置の構成を示す説明図である。

【図2】透かし画像形成部12の処理の流れを示す流れ図である。

【図3】透かし信号の一例を示す説明図であり、(1)はユニットAを、(2)はユニットBを示している。

【図4】図3(1)の画素値の変化を $\arctan(1/3)$ の方向から見た断面図である。

【図5】透かし信号の一例を示す説明図であり、(3)はユニットCを、(4)はユニットDを、(5)はユニットEを示している。

【図6】背景画像の説明図であり、(1)はユニットEを背景ユニットと定義し、これを隙間なく並べた透かし画像の背景とした場合を示し、(2)は(1)の背景画像の中にユニットAを埋め込んだ一例を示し、(3)は(1)の背景画像の中にユニットBを埋め込んだ一例を示している。

【図7】透かし画像へのシンボル埋め込み方法の一例を示す説明図である。

【図8】機密情報を透かし画像に埋め込む方法について示した流れ図である。

【図9】透かし検出部32の処理の流れを示す流れ図である。

【図10】透かし入り文書画像の一例を示す説明図である。

【図11】図10の一部を拡大して示した説明図である。

【図12】透かし検出部32の処理の流れを示す流れ図である。

【図13】図13は入力画像（図13（1））と、ユニットパターンの区切り位置を設定した後の入力画像（図13（2））の一例を示している。

【図14】入力画像中におけるユニットAに対応する領域の一例を示した説明図である。

【図15】図14を波の伝播方向と平行な方向から見た断面図である。

【図16】ユニットパターンU（x，y）中に埋め込まれているシンボルユニットがユニットAであるかユニットBであるかを判定する方法について説明する説明図である。

【図17】情報復元の一例を示す説明図である

【図18】データ符号の復元方法の一例を示す説明図である。

【図19】データ符号の復元方法の一例を示す説明図である。

【図20】データ符号の復元方法の一例を示す説明図である。

【図21】ドットパターンの検出が不可能になる場合を示す説明図である。

【図22】第2の実施の形態にかかる透かし情報埋め込み装置及び透かし情報検出装置の構成を示す説明図である。

*【図23】埋め込みパターン判定部42の処理の流れを示す流れ図である。

【図24】埋め込みパターンの例を示す説明図であり、（a）は水平方向、（b）は垂直方向、（c）は右上から左下への斜め方向、（d）は左上から右下への斜め方向を示している。

【図25】文書画像を領域分割した場合を示す説明図である。

【図26】符号語の例とそれに基づいてドットパターンを配列した例を示す説明図である。

【図27】図24（a）の埋め込みパターンに従って図6の符号語を配列した例を示す説明図である。

【図28】ヘッダ情報領域と透かし情報領域を示す説明図である。

【図29】透かし検出部32の処理の流れを示す流れ図である。

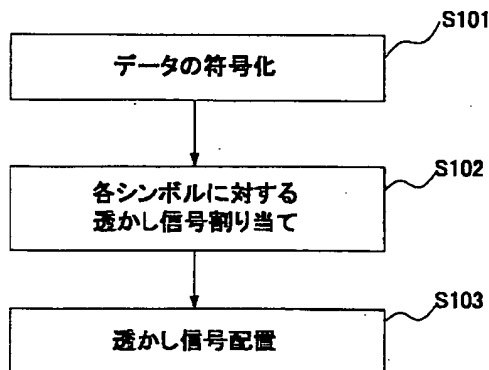
【図30】縦書き、横書き、図などが混在した文書の例を示す説明図である。

【図31】図30の文書を縦書き、横書き、図などの特徴によって分割した例を示す説明図である。

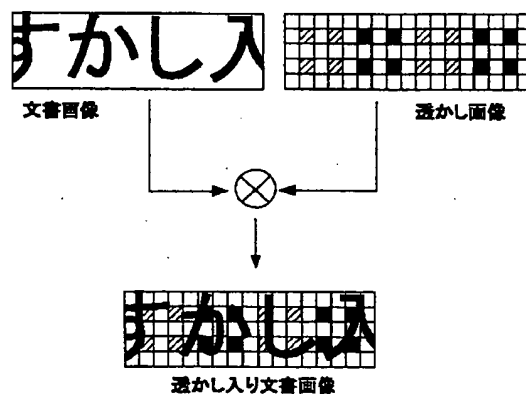
【符号の説明】

- 10 透かし情報埋め込み装置
- 11 文書画像形成部
- 12 透かし画像形成部
- 13 透かし入り文書画像合成部
- 14 出力デバイス
- 15 文書データ
- 16 機密情報
- 20 印刷文書
- 30 透かし情報検出装置
- 31 入力デバイス
- 32 透かし検出部
- 40 透かし情報埋め込み装置
- 42 埋め込みパターン判定部

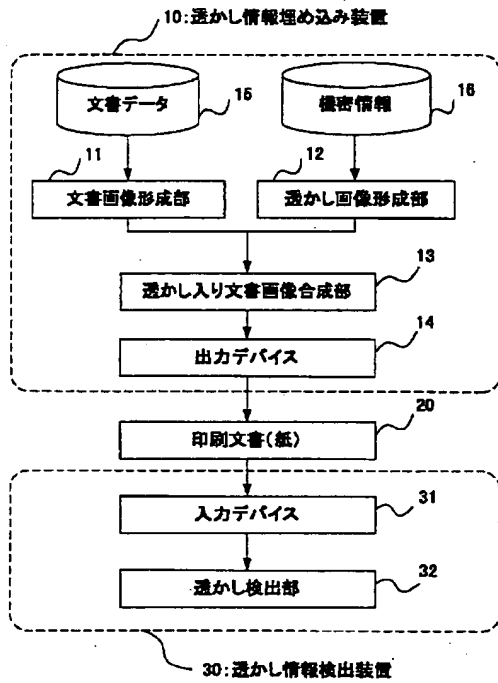
【図2】



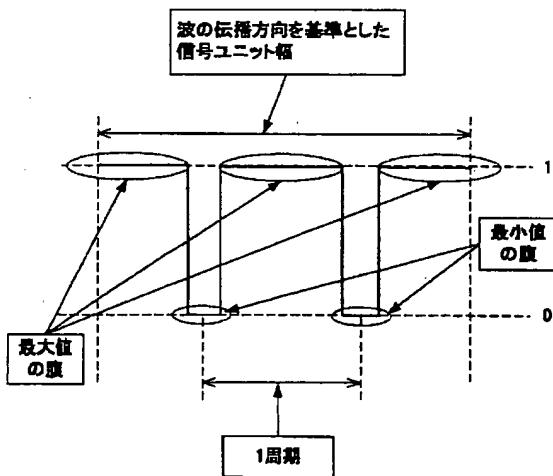
【図11】



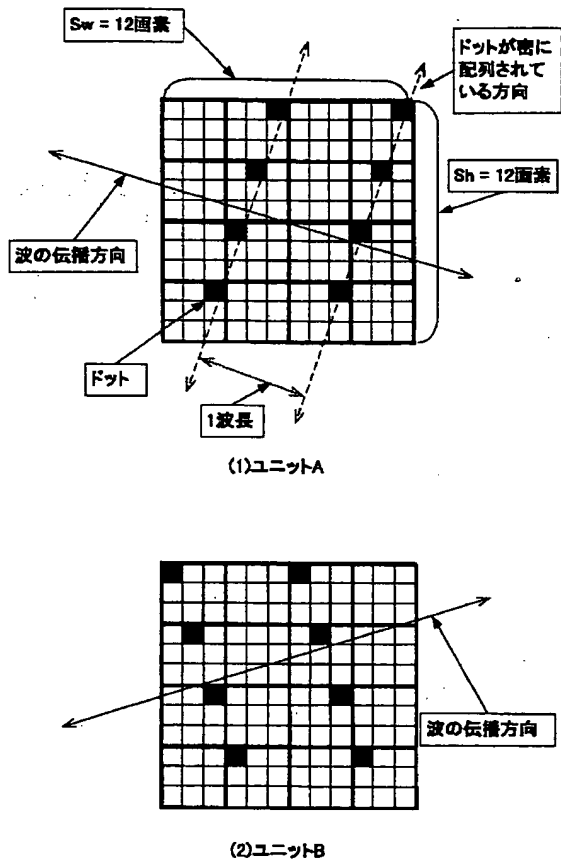
【図1】



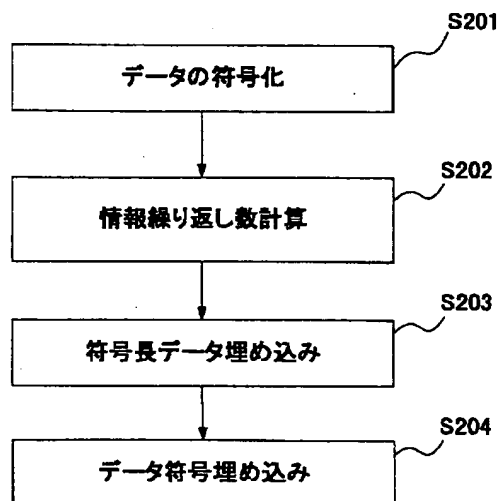
【図4】



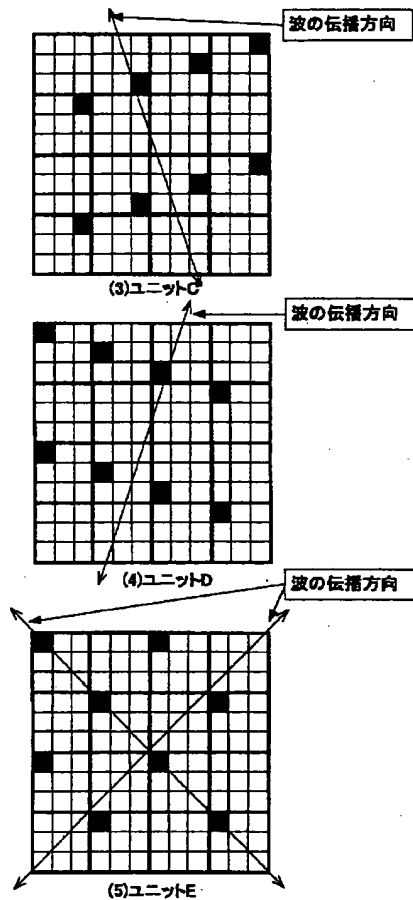
【図3】



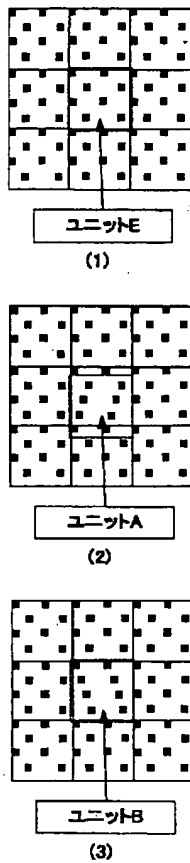
【図8】



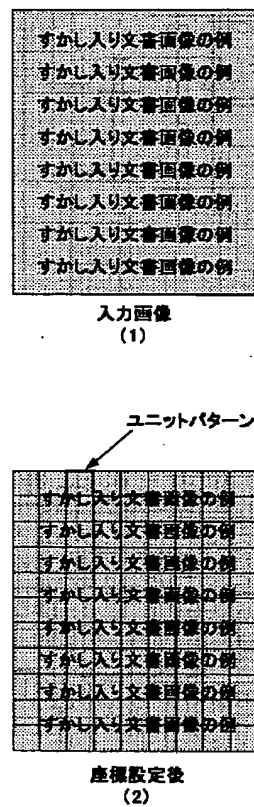
【図5】



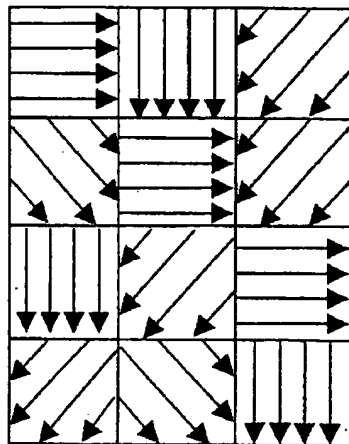
【図6】



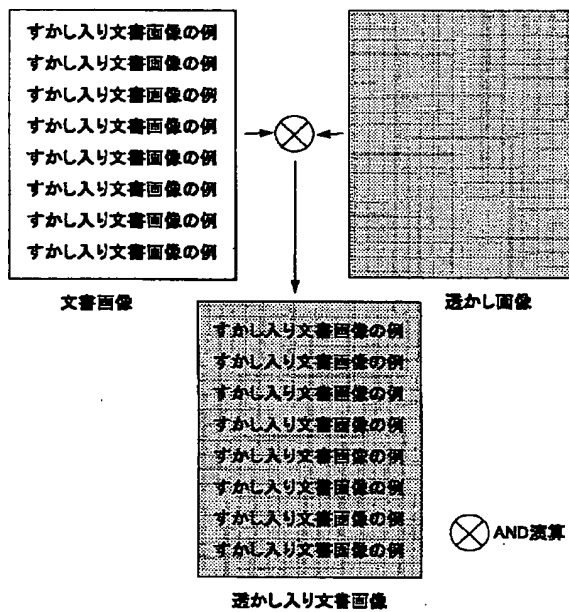
【図13】



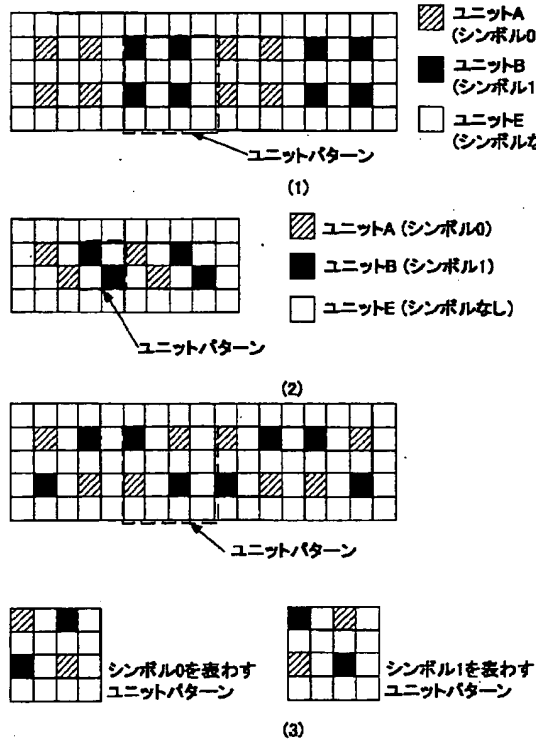
【図25】



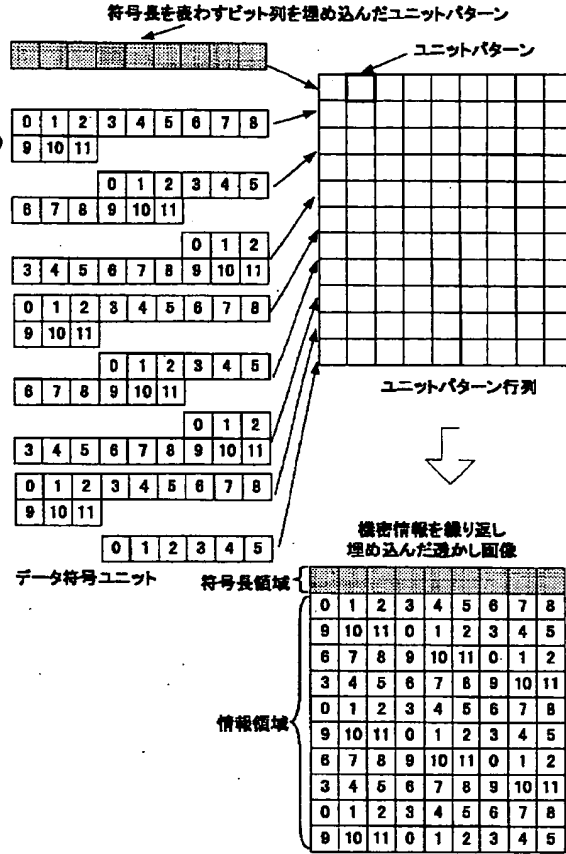
【図10】



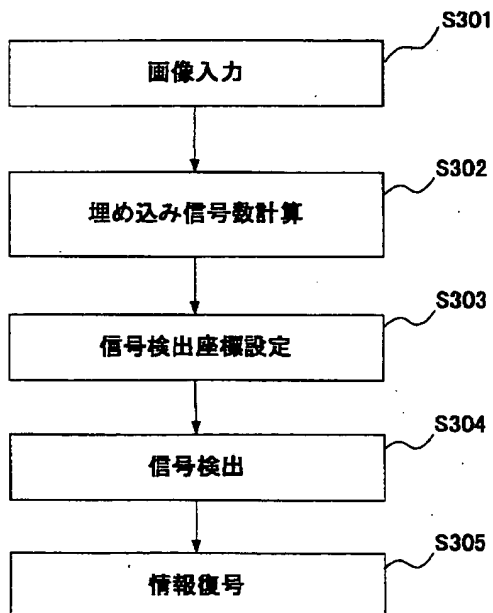
【図7】



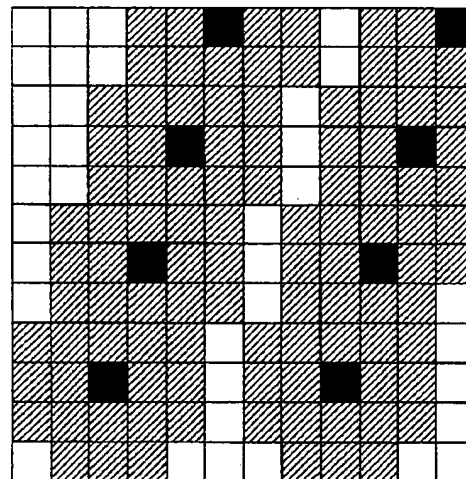
【図9】



【図12】



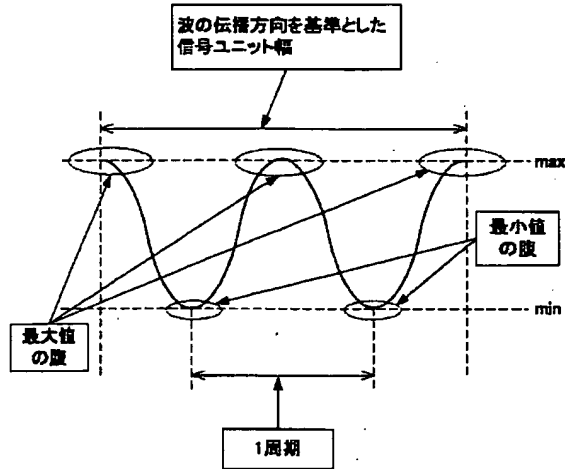
【図14】



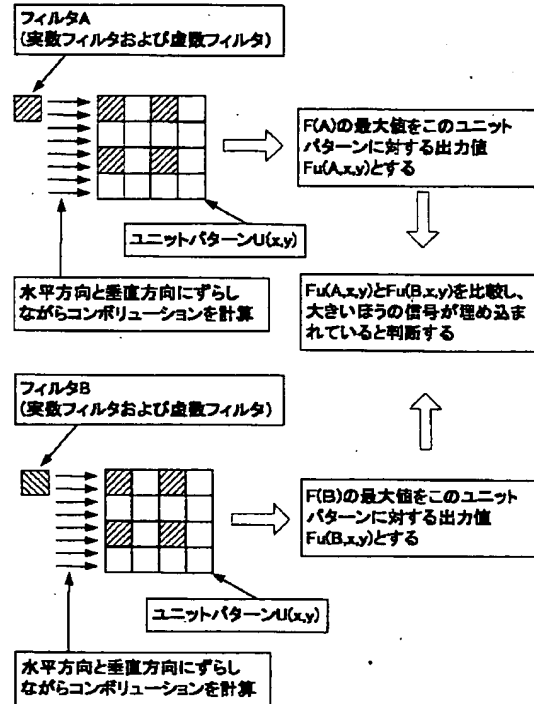
(18)

特開2003-101762

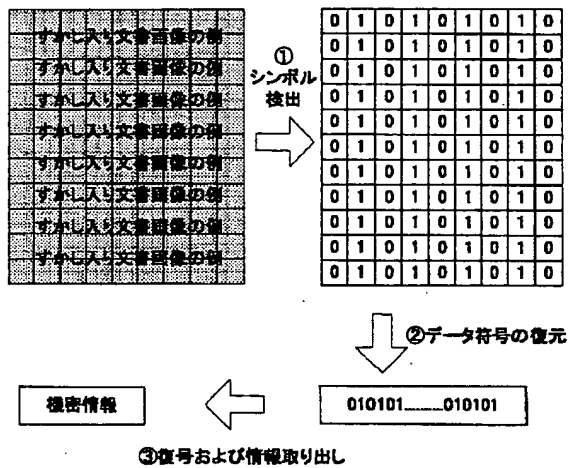
【図15】



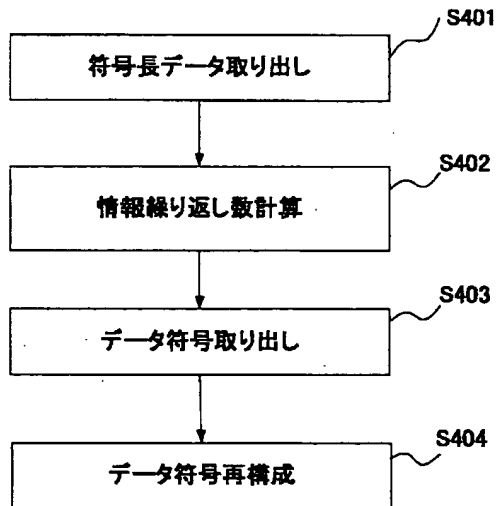
【図16】



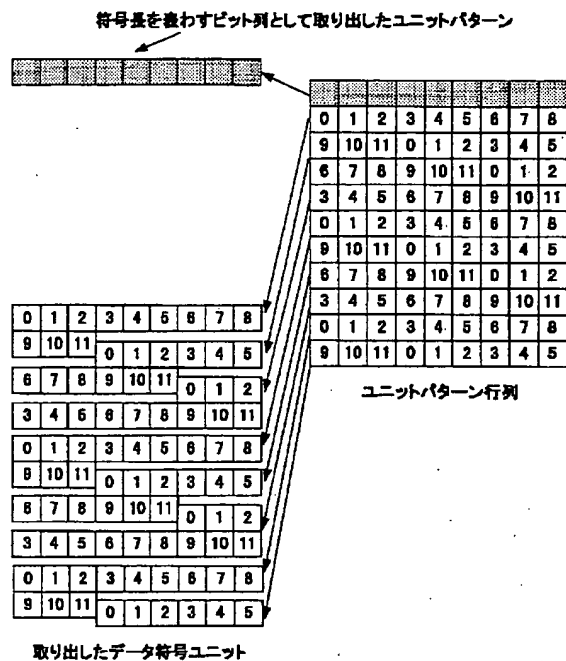
【図17】



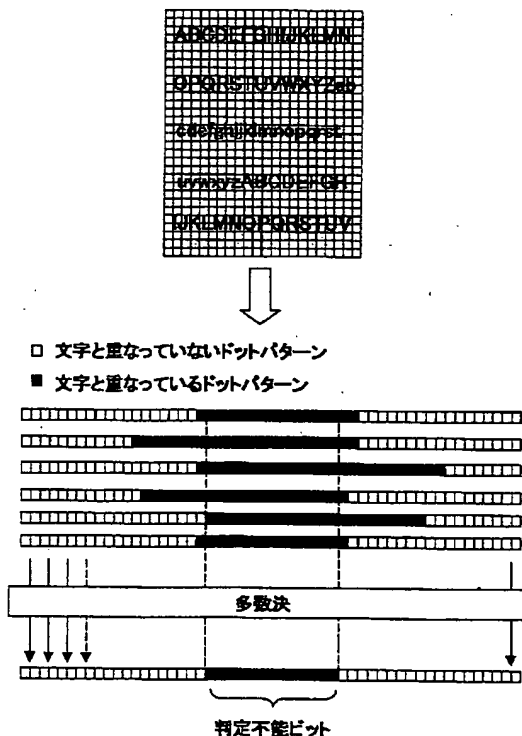
【図18】



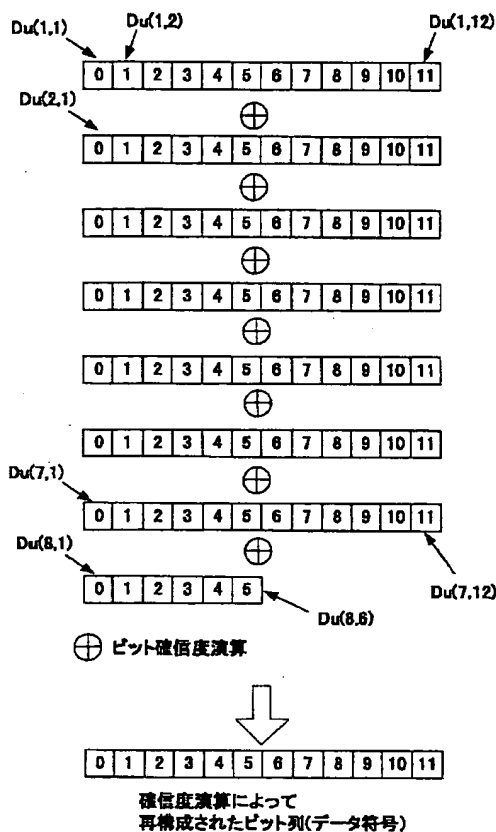
【図19】



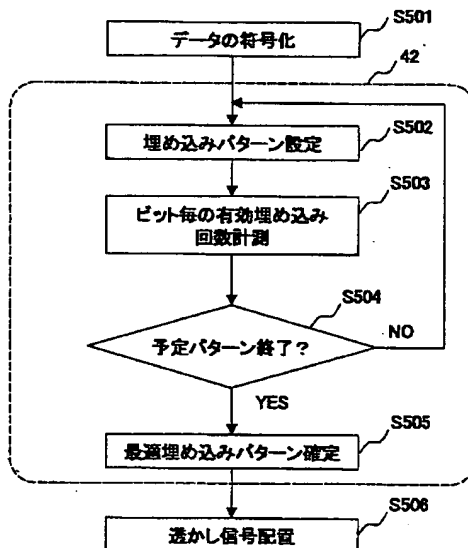
【図21】



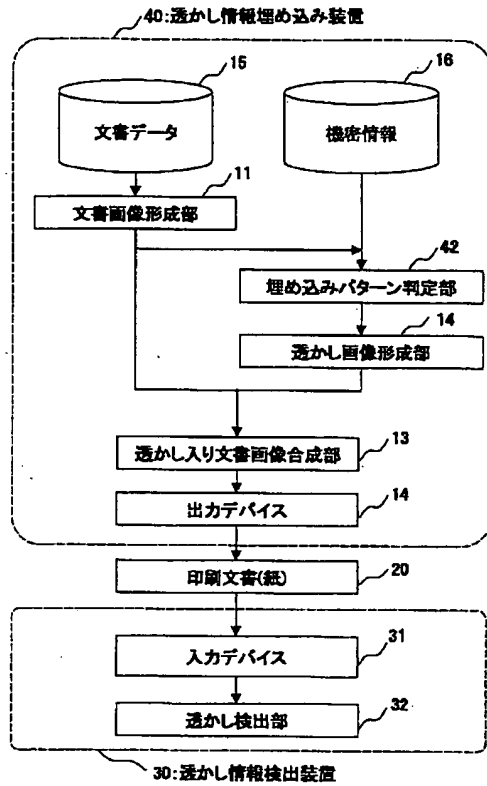
【図20】



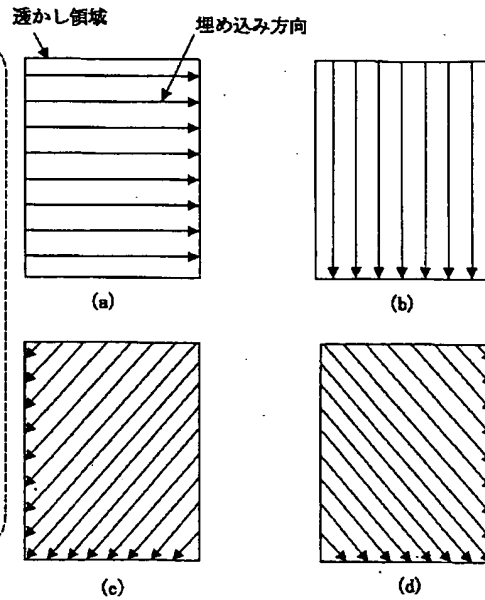
【図23】



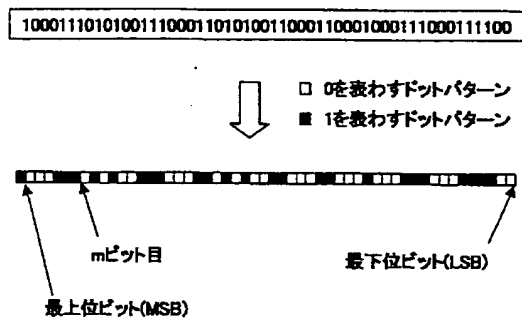
【図22】



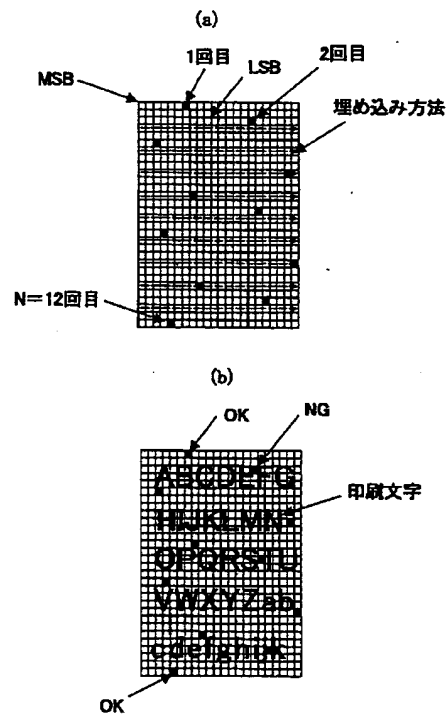
【図24】



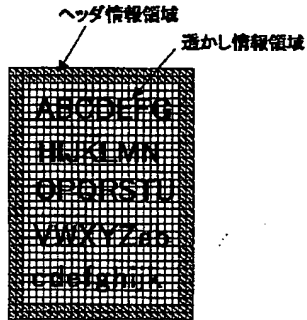
【図26】



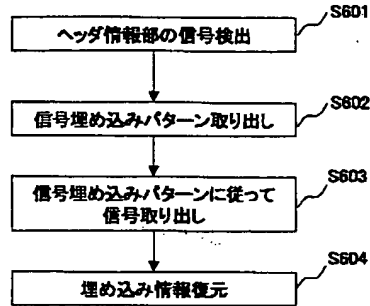
【図27】



【図28】



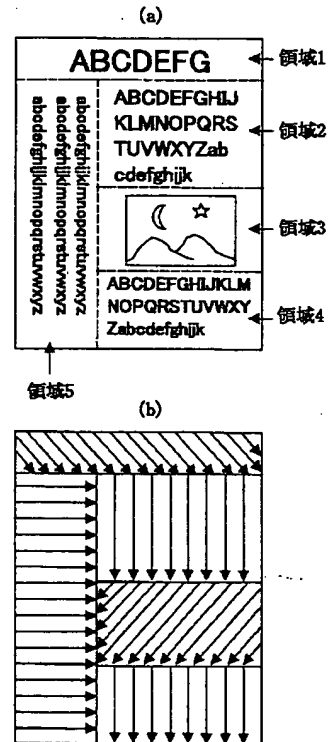
【図29】



【図30】



【図31】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.